

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Ústav hygieny



Tereza Šťovíčková

Koncentrace CO₂ a mikroklima v domácnostech

CO₂ concentration and microclimate in households

Bakalářská práce

Praha, květen 2019

Autor práce: Tereza Šťovíčková

Studijní program: Veřejné zdravotnictví

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **RNDr. Sylva Rödlová, Ph.D.**

Pracoviště vedoucího práce: **Ústav hygieny 3. LF UK**

Předpokládaný termín obhajoby: 12. 6. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci „Koncentrace CO₂ a mikroklima v domácnostech“ vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací. Potvrzuji, že tištěná i elektronická verze v Studijním informačním systému UK je totožná.

V Praze dne 14. května 2019

Tereza Šťovíčková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí bakalářské práce, RNDr. Sylvě Rödlové, Ph.D., za její vstřícnost, odborné a vřelé vedení při zpracování této práce.

Dále děkuji všem respondentům za jejich ochotu s vyplňováním dotazníků a především za umožnění opakovaného měření v jejich domácnostech.

V neposlední řadě děkuji své rodině, zejména rodičům, kterých si velmi vážím za to, že mi umožnili studium a celý život mě vedli ke vzdělávání se.

OBSAH

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Úvod | 8 |
| 2 | Koncentrace oxidu uhličitého | 9 |
| 2.1 | Vznik a výskyt..... | 9 |
| 2.2 | Vlastnosti..... | 10 |
| 2.3 | Využití..... | 10 |
| 2.4 | Koncentrace CO ₂ a účinky na zdraví..... | 10 |
| 2.4.1 | Řešení problému..... | 11 |
| 3 | Větrání..... | 12 |
| 3.1 | Požadavky na větrání | 12 |
| 3.2 | Přirozené větrání | 14 |
| 3.3 | Mechanické – nucené větrání..... | 14 |
| 3.4 | Hybridní větrání | 15 |
| 3.5 | Klimatizace | 15 |
| 4 | Vnitřní prostředí..... | 16 |
| 4.1 | Biologické a mikrobiologické faktory | 16 |
| 4.1.1 | Plísně..... | 17 |
| 4.1.2 | Bakterie..... | 18 |
| 4.1.3 | Viry..... | 18 |
| 4.1.4 | Roztoči..... | 18 |
| 4.2 | Chemické faktory | 18 |
| 4.2.1 | Oxid uhličitý..... | 19 |
| 4.2.2 | Oxid dusičitý..... | 19 |
| 4.2.3 | Oxid siřičitý..... | 19 |
| 4.2.4 | Oxid uhelnatý | 20 |
| 4.2.5 | Těkavé organické látky | 20 |
| 4.2.5.1 | Benzen..... | 20 |
| 4.2.5.2 | Formaldehyd | 21 |
| 4.2.5.3 | Naftalen | 21 |
| 4.2.5.4 | Prach..... | 21 |
| 4.2.5.5 | Azbest..... | 21 |
| 4.2.5.6 | Cigaretový kouř | 21 |
| 4.3 | Fyzikální faktory..... | 22 |
| 4.3.1 | Teplota..... | 22 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.3.2 | Vlhkost..... | 22 |
| 4.3.3 | Rychlost proudění vzduchu..... | 23 |
| 4.3.4 | Tlak vzduchu | 23 |
| 4.3.5 | Elektroiontové klima..... | 23 |
| 4.3.6 | Hluk..... | 24 |
| 4.3.7 | Neionizující záření | 24 |
| 4.3.8 | Radon | 24 |
| 4.4 | Syndrom nemocné budovy..... | 25 |
| 5 | Praktická část | 26 |
| 5.1 | Cíl práce | 26 |
| 5.2 | Hypotézy..... | 26 |
| 5.3 | Metodika..... | 26 |
| 5.3.1 | Rozmístění přístrojů a výběr místností | 28 |
| 5.3.2 | Domácnosti a jejich charakteristika..... | 29 |
| 5.3.2.1 | Domácnost 1 | 29 |
| 5.3.2.2 | Domácnost 2 | 30 |
| 5.3.2.3 | Domácnost 3 | 30 |
| 5.3.2.4 | Domácnost 4 | 31 |
| 5.3.2.5 | Domácnost 5 | 31 |
| 5.3.2.6 | Domácnost 6 | 32 |
| 5.3.2.7 | Domácnost 7 | 33 |
| 5.3.2.8 | Domácnost 8 | 33 |
| 5.3.3 | Zpracování dotazníkového šetření..... | 34 |
| 5.4 | Výsledky..... | 34 |
| 5.4.1 | Výsledky dotazníkového šetření | 34 |
| 5.4.2 | Zpracování dat..... | 49 |
| 5.4.2.1 | Domácnost 1 – Koncentrace CO ₂ a mikroklima ložnic | 49 |
| 5.4.2.2 | Domácnost 2 – Koncentrace CO ₂ a mikroklima ložnic | 52 |
| 5.4.2.3 | Domácnost 3 – Koncentrace CO ₂ a mikroklima ložnic | 55 |
| 5.4.2.4 | Domácnost 4 – Koncentrace CO ₂ a mikroklima ložnic | 58 |
| 5.4.2.5 | Domácnost 5 – Koncentrace CO ₂ a mikroklima ložnic | 61 |
| 5.4.2.6 | Domácnost 6 – Koncentrace CO ₂ a mikroklima ložnic | 64 |
| 5.4.2.7 | Domácnost 7 – Koncentrace CO ₂ a mikroklima ložnic | 67 |
| 5.4.2.8 | Domácnost 8 – Koncentrace CO ₂ a mikroklima ložnic | 70 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 6 | Diskuze..... | 73 |
| 7 | Závěr | 75 |
| 8 | Souhrn | 76 |
| 9 | Summary..... | 77 |
| 10 | Seznam použité literatury | 78 |
| 11 | Internetové zdroje | 81 |
| 12 | Seznam tabulek, obrázků, grafů, příloh..... | 82 |
| 12.1 | Seznam tabulek..... | 82 |
| 12.2 | Seznam tabulek - zpracovaná data..... | 82 |
| 12.3 | Seznam obrázků | 82 |
| 12.4 | Seznam grafů – dotazníkové šetření | 82 |
| 12.5 | Seznam grafů – zpracovaná data | 83 |
| 12.6 | Seznam příloh | 84 |
| 13 | Přílohy | 85 |

1 ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá koncentrací oxidu uhličitého a mikroklimatickými podmínkami domácností na venkově Královéhradeckého kraje. Práce si dává za cíl zjistit změny koncentrací CO₂ a mikroklimatických podmínek v topných a netopných sezónách u osmi domácností. Kvalitu ovzduší vnitřního prostředí sleduje u ložnic a víceúčelových pokojů během týdne 24 hodin denně.

V práci je hlavním tématem oxid uhličitý, protože slouží jako spolehlivý indikátor kvality vzduchu vnitřního prostředí. Kvalita ovzduší vnitřního prostředí je diskutovaným tématem hlavně ve školách. Ale většinu svého času lidé tráví v domácnostech. A právě prostředí, ve kterém lidé bydlí, značně působí na kvalitu jejich života, protože jím jsou ovlivňováni každý den ve dne i v noci. Ale zjišťování, v jakých podmínkách lidé žijí, není lehkým úkolem, protože měřením se zasahuje do jejich soukromí. A i proto je zajímavé, toto téma více prozkoumat.

Bakalářská práce obsahuje dvě části, první část je teoretická a druhá praktická. Teoretická část se zaměřuje hlavně na téma koncentrace oxidu uhličitého ve vnitřním prostoru a na jeho vznik, využití, vlastnosti a účinky na zdraví. Další kapitola navazuje na řešení problému vysoké koncentrace oxidu uhličitého a zabývá se větráním, jeho důležitostmi, požadavky a možnostmi výměny vzduchu. Následující nejobsáhlejší kapitola se týká vnitřního prostředí. Je rozdělena do podkapitol podle faktorů, které vnitřní prostředí ovlivňují na biologické a mikrobiologické faktory, chemické faktory a fyzikální faktory. Dále se v ní lze dočíst o syndromu nemocných budov.

Praktická část popisuje cíle práce, hypotézy, blíže charakterizuje jednotlivé domácnosti, popisuje metodiku – způsob měření a zpracování dotazníků. V neposlední řadě představuje výsledky z dotazníkového šetření a z měření. Na konci diskutuje o výsledcích měření autorky, která dává do kontextu s výsledky jiných autorů. Závěr obsahuje celkový výsledek.

2 KONCENTRACE OXIDU UHLIČITÉHO

Koncentrace CO₂ ve vnitřním prostředí je jedním z indikátorů míry znečištění (Zmrhal, 2014).

2.1 Vznik a výskyt

Dříve bylo na Zemi více CO₂ než je dnes. Atmosféra obsahovala i další plyny, jako je metan, dusík a čpavek, ale neobsahovala kyslík. Domnívá se, že před 3 miliardami let, díky sinicím, které dokázaly vytvořit kyslík, vznikly podmínky pro život na souši. Vlivem kyslíku postupně vznikla ozonová vrstva, oxid uhličitý klesl na 280 ppm a kyslík se ustálil na 21 %. Mezi heterotrofními a fotoautotrofními organismy vznikl rovnovážný vztah. Rostliny využívaly CO₂ a jejich odpadním produktem byl O₂, který využívali ostatní živočichové, kteří do atmosféry naopak CO₂ vypouštěli. Této rovnováhy se účastnil i člověk.

Člověk však tuto rovnováhu narušil, začal používat fosilní paliva, ve velkém kácet lesy a narušil tak mnoho ekosystémů. Od první poloviny 19. století rovnováhu mezi oxidem uhličitým a kyslíkem poškodil. Každý rok stoupne hladina oxidu uhličitého o 1 μmol na 1 mol vzduchu, dnes už jsou hodnoty oxidu uhličitého 370 ppm (Nátr, 2000). Koncentrace oxidu uhličitého závisí na denní době a urbanizaci prostředí. V roce 2007 proběhlo měření na Havaji, která představuje nejčistší místo na Zemi, a naměřené hodnoty neklesly pod 380 ppm. Výsledky ze zopakovaného měření v roce 2010 byly kolem 385 ppm (Zmrhal, 2014).

Zdrojem oxidu uhličitého ve vnitřním prostředí je hlavně dýchání a metabolismus člověka. Se vzrůstajícím počtem lidí v místnosti a zároveň s nedostatečným větráním vzrůstá i koncentrace oxidu uhličitého (Hůnová, Janoušková, 2004).

2.2 Vlastnosti

Oxid uhličitý je obvyklý plyn nacházející se ve vzduchu, je bez zápachu, barvy a chuti (Zmrhal, 2014). Chemickým vzorcem se značí CO_2 . Za normálního atmosférického tlaku a při běžné teplotě se nachází v plynném skupenství, je stabilní a těžší než vzduch. Ve vodě se snadno rozpouští a snižuje její pH (Kutěj, Hanzal, 2002). Pevného skupenství, tedy suchého ledu, se dosáhne snížením teploty pod $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kapalné skupenství se získá zvýšením tlaku (Bušta, Wagner, 2012). Aby se dosáhlo kapalného skupenství za teploty $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, musí se tlak zvýšit 16krát. Další vlastnosti oxidu uhličitého jsou nejedovatost a nepodléhání oxidaci (Flemlr, Dušek, 2007).

2.3 Využití

Oxid uhličitý má řadu využití ve zdravotnictví, v průmyslu, při sváření, hašení a v potravinářství. Ve zdravotnictví se používá při operacích měkkých tělních dutin. Jelikož má schopnost dráždit nervovou soustavu, pomáhá také křísit pacienty se zástavou dechu. Použije se jeho směs s kyslíkem. Využití v průmyslu nachází při neutralizaci zásaditých vod, k výrobě salicylové kyseliny, kaučuku, při dehydrataci penicilinu, v laserech atd. Oxidu uhličitého se využívá při svařování, kdy tvoří ochrannou atmosféru. Podílí se jako jeden z plynů ochranné atmosféry při balení potravin, kdy jim zajistí nejen delší trvanlivost, ale také udržuje jejich senzorické vlastnosti. Zabraňuje vstupu kyslíku a jiných látek při čepování limonád a piva. Dále se používá pro sycení limonád, v nápoji se rozpustí oxid uhličitý, kterým jsou pod přetlakem plněny lahve. Limonády jsou kupovány pro jejich typickou perlivou chuť. Pevný oxid uhličitý se využívá pro výrobu zmrzliny nebo pro chladicí vlastnosti při skladování (Kutěj, Hanzal, 2002). Kapalný oxid uhličitý dokáže odstranit z kávy kofein nebo rozpustit nadbytečný tuk z potravin. Další využití tento plyn nachází v hasicích přístrojích (Flemlr, Dušek, 2007).

2.4 Koncentrace CO_2 a účinky na zdraví

Při běžných koncentracích oxidu uhličitého, se kterými se v domácnostech setkáváme, nenastává život ohrožující problém. Ale přesto

se v domácnostech objevují takové koncentrace, které dokážou znepříjemnit pohodu lidí. Při vysokých koncentracích nastávají různé potíže od nesoustředěnosti, bolesti hlavy, únavy, letargie až k nevolnosti (Drkal, Zmrhal, 2018). Při koncentraci oxidu uhličitého 2 000 ppm se snižuje soustředěnost člověka a nastávají problémy s rozhodováním. Od 4 000 do 6 000 ppm trpí lidé bolestí hlavy, dýchají zhluboka a bývají apatičtí. K ohrožení života dochází při dlouhodobé koncentraci 10 000 ppm (Bencko, 2006).

| Koncentrace CO₂ a vliv na člověka | |
|---|---|
| Koncentrace CO₂ | Místo výskytu CO₂, vliv na člověka |
| 400-700 ppm | koncentrace ve venkovním prostředí |
| 800-1 200 ppm | vyhovující koncentrace CO ₂ v obytných prostorách |
| 1 500 ppm | maximální přípustná koncentrace CO ₂ v obytných prostorách |
| nad 1 500 ppm | nastávají příznaky únavy a snižování pozornosti člověka |
| od 2 500 ppm | ospalost, letargie, bolesti hlavy |
| nad 5 000 ppm | nedoporučuje se delší pobyt |

Tabulka 1: Koncentrace CO₂ a vliv na člověka (Drkal, Zmrhal, 2018, str. 9)

(Zmrhal, 2014) dodává, že koncentrace nad 40 000 ppm ohrožují život člověka i při krátkém vlivu.

2.4.1 Řešení problému

Před rekonstruováním a výstavbou nových domů docházelo v bytech a domech k neustálé přirozené výměně vzduchu mezi okenními spárami. Ceny energií začaly růst a tak se únik tepla začal řešit nejdříve přidáním těsnění, později výměnou celých oken a zateplením. Ušetřením na energiích vznikl problém nedostatečného větrání a tím vznik nepříznivých podmínek pro pobyt člověka. Řešením k zlepšení kvality vnitřního prostředí je dostatečné větrání (Drkal, Zmrhal, 2018). O větrání je více pojednáno v nadcházející kapitole – 3. Větrání.

3 VĚTRÁNÍ

Větrání hraje důležitou roli při výměně vzduchu a očištění vzduchu uvnitř místnosti od prachu, vlhkosti, pachů a jiných chemických látek. Znehodnocení vnitřního vzduchu vlivem přítomnosti lidí ukazuje hodnota koncentrace CO₂. Proto je důležité, aby byl zajištěný správný průtok vzduchu, a to na jednoho člověka 25 m³·h⁻¹ (Provazník, Komárek, 2004). V další literatuře autoři pro obytné prostory doporučují výměnu vzduchu 25 m³·h⁻¹ na osobu a jako minimální možnou výměnu vzduchu označili hodnotu 15 m³·h⁻¹ na osobu. Dostatečné větrání zajišťuje snížení vlhkosti domu a zabraňuje vzniku plísní (Drkal, Lain, Zmrhal, 2015; Srdečný, Macholda, 2004). Vhodně zvoleným větráním a vytápěním lze docílit správné teploty, která má značný vliv na pocit pohody člověka (Provazník, Komárek, 2004).

3.1 Požadavky na větrání

Pro správné hygienické podmínky existují zákonné předpisy, doporučované normy a směrnice, které mají za úkol zajistit správné podmínky pro pobyt lidí (Drkal, Zmrhal, 2018).

Vyhláška č. 268/2009 říká, že v obytných prostorech musí být zajištěn přívod venkovního vzduchu větráním a možnost řídit vnitřní teplotu vytápěním. V místnostech které mají spotřebiče na paliva, musí být minimálně rovnost mezi vzduchem přiváděným a vzduchem se spalovacími plyny. Dále upozorňuje na koncentraci oxidu uhličitého, která nesmí být vyšší než 1 500 ppm (268/2009 Sb., 2009).

Norma ČSN EN 15251 rozděluje požadavky na větrání vnitřního prostředí do třech kategorií podle úrovně energetické náročnosti budovy. Viz tabulku (ČSN EN 15251, 2011).

| Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15251 | | | | | |
|--|---------------------------------------|---|--|----------|---------|
| Kategorie vnitřního prostředí | Intenzita větrání (h^{-1}) | Přívod vzduchu ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{os}$) | Odvod vzduchu ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) | | |
| | | Obývací pokoje | Kuchyně | Koupelny | Záchody |
| I – vysoká úroveň | 0,7 | 36 | 100 | 72 | 50 |
| II – běžná úroveň | 0,6 | 25 | 72 | 54 | 36 |
| III – přijatelná úroveň | 0,5 | 15 | 50 | 36 | 25 |

Tabulka 2: Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15251 (Drkal, Zmrhal, 2018, str. 11)

Norma (ČSN EN 15665/Z1, 2009) říká, že by minimální přívod čerstvého vzduchu v kuchyních a obytných prostorech měl být $0,3 \text{ h}^{-1}$. Pro navýšení kvality by bylo dobré větrat $0,5\text{--}0,7 \text{ h}^{-1}$. Intenzitu větrání lze snížit v době, kdy není prostor obýván na $0,1 \text{ h}^{-1}$ (ČSN EN 15251, 2011).

| Požadavky na větrání obytných budov v ČR dle ČSN EN 15665/Z1 | | | | | |
|--|--|--|--|---|---|
| Požadavek | Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu) | | Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu) | | |
| | Intenzita větrání (h^{-1}) | Dávka venkovního vzduchu na osobu ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{os}$) | Kuchyně ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) | Koupelny ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) | WC ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) |
| Minimální hodnota | 0,3 | 15 | 100 | 50 | 25 |
| Doporučená hodnota | 0,5 | 25 | 150 | 90 | 50 |

Tabulka 3: Požadavky na větrání obytných budov v ČR dle ČSN EN 15665/Z1 (Drkal, Zmrhal, 2018, str. 11)

3.2 Přirozené větrání

U přirozeného větrání působí vítr a přirozený tlakový rozdíl vzduchu (vzduch uvnitř a vně místnosti se liší teplotou a hustotou) a tím dochází k výměně vzduchu.

Dříve se vzduch dovnitř do budovy dostal přirozeně škvírami mezi okny. Se zvyšující tendencí spořit, se snižuje přirozené větrání a snaží se snížit spotřeba energie na vytápění. Začala se vyrábět velmi těsnící okna, přes která proniká málo vzduchu i akustického zvuku. Funkce přirozeného větrání je vykompenzována funkcí oken mikroventilace. Okno na mikroventilaci je poloha mezi otevřeným a uzavřeným systémem.

Dále lze využít možnost provětrávání, což je větrání otevřeným oknem. Doporučeno je větrat často, krátkou dobu a plně otevřeným oknem. Přirozené větrání požaduje pravidelný režim, který se těžko dodržuje (Zmrhal, 2014). (Srdečný, Macholda, 2004) doporučují důkladné provětrání otevřeným oknem každé dvě hodiny v místnostech, které jsou obývány lidmi. V jarních měsících na 10-15 minut, v zimních 3-5 minut. Aby neprochladly zdi a podlahy domu, je doporučeno krátké intenzivní větrání. Větrání otevřeným oknem zajistí provětrání koutů v místnosti bez nadměrného úniku tepla, oproti větrání polootevřeným oknem, které je označeno za neúspěšné.

3.3 Mechanické – nucené větrání

Nucené neboli mechanické větrání, je nejčastěji zajištěno ventilátory. Jedná se o výměnu vzduchu ve větrané místnosti mechanickým – nuceným efektem. Výměna vzduchu probíhá nuceným podtlakovým nebo rovnotlakým systémem. U podtlakové metody se přivádí vzduch pod tlakem větracími otvory v budově odsáváním a zároveň probíhá odvod vzduchu nuceným systémem z kuchyní, koupelen a WC. Nucený přívod i odvod vzduchu mají na starosti rovnotlaké systémy, u kterých je výhodou zpětné vstřebávání tepla. Další výhodou je automatická výměna vzduchu dle zadaných kritérií, kterými může být koncentrace CO₂ nebo relativní vlhkost. Nevýhodou nuceného

rovnotlakého větrání je pořizovací a udržovací cena, dále náročnost na prostor (Zmrhal, 2014; Drkal, Zmrhal, 2018).

3.4 Hybridní větrání

Hybridní větrání je propracovaný systém, kdy je hlídána koncentrace látek ve vzduchu, jejichž výměnu zajišťuje přirozené větrání. Když přirozené větrání nezajistí vyhovující kvalitu vzduchu, spustí se nucené větrání. Kvalita vzduchu je sledována především podle koncentrace oxidu uhličitého (Zmrhal, 2014).

3.5 Klimatizace

Klimatizace slouží k úpravě vzduchu v obytných i pobytových budovách, v dopravních prostředcích a jiných provozech. Její funkce spočívá v automatické úpravě čistoty, vlhkosti a teploty vzduchu po celý rok (Drkal, Zmrhal, 2013). Klimatizace se nejčastěji používá v letním období k snížení teploty vzduchu (Dufka, 2005).

4 VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ

Vnitřní prostředí je místo, kde se člověk nachází a kde na něho působí řada faktorů. Mezi faktory, které ovlivňují psychickou a fyzickou kondici člověka patří biologické, mikrobiologické, fyzikální a chemické činitele (Zmrhal, 2014). (Dufka, 2005) uvádí, že tyto činitele mají vliv na pocit pohody a že i sám člověk svým pobytem ovlivňuje prostředí, ve kterém žije. Dále se lze dočíst (Provazník, Komárek, 2004), že se konkrétně jedná o jeho aktivitu a metabolismus, kdy tvoří vodní páru, oxid uhličitý, teplo atd. Potom také záleží na užití materiálů na zřízení stavby a použitých předmětů. (Hůnová, Janoušková 2004) uvádí vliv plynových spotřebičů, jako jsou sporáky a karmy. Vzduch uvnitř budovy člověk ovlivňuje i svoji činností, kterou je vaření, udržování domu v čistotě, tedy aplikací čisticích prostředků nebo chováním zvířat. Dále je ovlivněn roztoči, vláknitými plísněmi a jejich spory. (Provazník, Komárek, 2004) zmiňují, že kvalitu vzduchu určuje i jeho výměna a objem, který spadá na osobu v pokoji.

Na vnitřní prostředí má velký vliv i kvalita vzduchu vnějšího prostředí. Ve značné míře na lidi působí i přírodní děje, kterými se tvoří znečišťující látky vzduchu např. pára, nepříznivé plyny a mikroorganismy. Vzduch nejvíce znečišťuje člověk při průmyslových procesech, jako je spalování, při němž vznikají prachové částice různých velikostí a kouř (Dufka, 2005). Dalším zásadním znečišťujícím činitelem je doprava. (Provazník, Komárek, 2004). Hlavní škodlivé látky dle ČSN EN 13 779 jsou oxid siřičitý, oxid dusičitý, ozón a hmotné částice PM10 (Zmrhal, 2014).

4.1 Biologické a mikrobiologické faktory

Mezi biologické faktory, které významně ovlivňují pobyt člověka ve vnitřním prostředí, patří viry, bakterie, plísně a jejich spory a roztoči. Zdroj těchto činitelů je různý, ale přenášeny jsou domácím prachem, kterým se dostávají do dýchacích cest a mohou způsobovat zdravotní potíže a alergické reakce (Provazník, Komárek, 2004).

4.1.1 Plísňe

Jedná se o mikroorganismus, který je zařazen do říše hub, jiným názvem mikromycety – mikroskopické vláknité houby. Plísňe jsou eukaryotické organismy s aerobním metabolismem. Těla plísňí (hyfy) se větví do podhoubí (mycelium), které obsahují barevné pigmenty (černá, šedá, zelená, modrá, bílá, béžová, žlutá) a lze je pozorovat. Plísňe se rozmnožují pohlavně i nepohlavně a jejich rozmnožovací částice se nazývají spory (Paříková, Kučerová, 2001).

Jejich život podporuje vlhké prostředí, teplota 18-28 °C a neutrální až mírně kyselé pH. Přežívají ale i při teplotě pod bodem mrazu a některé rostou i při 40 °C. Plísňe se dobře adaptovaly a přežijí v různorodém prostředí. Žijí tam, kde mohou rozkládat organický materiál – na rostlinách, odumřelých organismech rostlinných i živočišných a v půdě. Přispívají ke koloběhu života svojí schopností recyklovat a člověk této schopnosti začal využívat v potravinářství, k výrobě léků, antibiotik a dalších. Plísňe však svým uměním rozkládat dokážou i ničit potraviny, průmyslové výrobky, textilie a ohrozit na životě lidi i zvířata (Klánová, 2013).

Existuje spousta druhů plísňí a každý druh způsobuje jinak vážná onemocnění, při kterých záleží i na množství. Z hlediska inhalace jsou nejběžnějším onemocněním alergie, nazývané mykoalergie. Zdraví se může poškodit i po požití plísňových mykotoxinů, nalézajících se na znehodnocených potravinách. Mykotoxiny způsobují onemocnění mykotoxikóza. Plísňe mohou způsobit i vážnější onemocnění. Plísňe rodu *Aspergillus* nejčastěji způsobují záněty uší, kůže, chronické záněty vedlejších nosních dutin, záněty plic a astma. Plísňe rodu *Alternaria* způsobují zánětlivé poškození průdušek a plic, astma a záněty nosní sliznice. Další rody jsou *Cladosporium* a *Penicillium* (Klánová, 2013). Onemocnění, která plísňe způsobují, se nazývají mykózy. Pokud je člověk zdravý, nemá oslabenou imunitu, k těmto onemocněním u něj nedochází (Lobovská, 2002).

4.1.2 Bakterie

Za znečištění vnitřního prostředí bakteriemi může člověk a s rostoucím počtem obyvatelů domácnosti, se zvětšuje i počet bakterií. Množství bakterií je také ovlivněno velikostí domácnosti, větráním a činností lidí. Venkovní prostředí nemá na množství bakterií vliv (Provazník, Komárek, 2004).

4.1.3 Viry

Pro šíření virů platí stejné pravidlo jako u bakterií – záleží na počtu obyvatel, velikosti prostředí a větrání. Genetickou informaci u virů obsahují kyseliny DNA nebo RNA, které virus dopraví do buněk živočichů, bakterií nebo rostlin, a tam se pomnoží. Schopnost množení je omezená pouze na hostitelskou buňku (Provazník, Komárek, 2004).

4.1.4 Roztoči

Roztoči patří mezi parazity, kterým se v domácím prostředí dobře daří. Žijí v kobercích, vlněných látkách a hlavně v matracích a lůžkovinách, kde se také množí. Mají rádi teplo a vlhko, teplota okolo 25 °C a vlhkost od 50 % do 80 % jim zcela vyhovuje. Živí se olupujícími šupinami kůže člověka a zvířat. Roztoči jsou častým alergenem, ale jejich výskyt v domácnostech nelze úplně zredukovat. Jejich počet však lze snižovat častým vysáváním nejen koberců, ale i matrací, čalouněného nábytku a častým praním lůžkovin. Doporučuje se pořídit kvalitní vysavač s filtrem, který zabrání zpětnému návratu prachu do ovzduší (Provazník, Komárek, 2004).

4.2 Chemické faktory

Chemické činitele jsou dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje vnitřní prostředí a tím i kvalitu života člověka. K nejsledovanějším faktorům patří oxid uhličitý, oxid dusičitý, oxid siřičitý, oxid uhelnatý a jiné organické látky (Hůnová, Janoušková, 2004).

4.2.1 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý je jedním z chemických faktorů, které ovlivňují kvalitu vnitřního prostředí (Zmrhal, 2014). Více informací viz kapitolu 2 Koncentrace oxidu uhličitého.

4.2.2 Oxid dusičitý

Oxid dusičitý je plyn, který se do lidského organismu dostane pouze dýcháním. Vliv oxidu dusičitého na člověka není jednoznačně určen. Některé studie tvrdí, že u dlouhodobě exponovaných jedinců zvyšuje respirační onemocnění, jiné studie to nepotvrzují (Hůnová, Janoušková, 2004). Koncentrace oxidu dusičitého ve venkovním prostředí obvykle nepřekračují limity. Zvýšenou koncentraci ve vnitřním prostředí způsobuje zejména nedokonalé spalování plynových spotřebičů a s tím spojené nedostatečné odvětrání. Dalším zdrojem je cigaretový kouř (Frouz, Moldan, 2015). (Jokl, 2002) upozorňuje, že v bytech s plynovým sporákem je koncentrace NO_2 vyšší než koncentrace venkovní. Vyšší koncentrace byla změřena nejen v kuchyních, ale i v ložnicích. Naopak v bytech s elektrickým sporákem koncentrace NO_2 byla nižší než venkovní. Z toho vyplývá, že výfukové plyny z motorů jsou menším zdrojem znečištění vnitřního prostředí oxidem dusičitým než plynový sporák.

4.2.3 Oxid siřičitý

Tento plyn dráždí dýchací cesty a způsobuje respirační potíže horních dýchacích cest a jejich infekce. U nemocných trpících astmatem snižuje funkce plic. Větráním se do domácností dostává oxid siřičitý z venkovního prostředí. Nicméně celosvětově došlo ke snižování emisí oxidů síry, což má příznivý vliv. Ve specifických oblastech, které jsou zdrojem oxidů síry, se vysoké koncentrace stále nachází. Zdrojem oxidu siřičitého uvnitř obydli jsou kamna na uhlí, popřípadě petrolej. Jelikož oxid siřičitý reaguje s omítkami a malbami, jeho koncentrace se rychle snižuje (Hůnová, Janoušková, 2004).

4.2.4 Oxid uhelnatý

Oxid uhelnatý je bezbarvým jedovatým plynem, který v domech vzniká při nedokonalém spalování tuhých paliv v kamnech a krbech nebo při nedokonalém spalování plynu u plynových sporáků v kuchyních s nedostatečným větráním. Značné množství CO se nachází v cigaretovém kouři. Vnitřní prostředí jím může být znečištěno i z blízko se nacházejících garáží (Hůnová, Janoušková, 2004). Oxid uhelnatý je trvale obsažen ve výfukových plynech, hlavně u nesprávně nastavených motorů. Jedovaté je již malé množství oxidu uhelnatého (Podstatová, 2009). K otravě dochází jediné po vdechnutí, kdy se CO naváže na hemoglobin, utvoří pevnou vazbu a zabrání navázání kyslíku, jehož vazba na hemoglobin je méně stabilní. Oxid uhelnatý má účinky perinatální, kardiovaskulární, fibrinolytické a neurologické. Prvními příznaky otravy je bolest a motání hlavy, nastávající únava a zvracení (Hůnová, Janoušková, 2004). Aby při hoření nedocházelo ke vzniku oxidu uhelnatého, je potřeba zajistit přísuv vzduchu, protože zvláště v uzavřených místnostech je vysoká koncentrace oxidu uhelnatého velmi nebezpečná, kdy může končit až udušením člověka (Dufka, 1998).

4.2.5 Těkavé organické látky

Těkavé organické látky jsou chemickými sloučeninami, které se dostávají do vzduchu vnitřního prostředí z materiálů použitých v interiéru a při stavbě. Těchto látek se používá velké množství, ale zdravotní účinek je znám u menšiny z nich. Některé ovlivňují pohodu obyvatel svým zápachem, jiné jsou dráždivé nebo alergen. Dále se jedná o látky, které jsou prokázány jako karcinogeny (Zmrhal, 2014).

4.2.5.1 Benzen

Benzen patří mezi prokázané karcinogeny, naštěstí jeho koncentrace v ovzduší nedosahuje rizikových hodnot. Zdrojem ve vnitřním prostředí jsou chemikálie z čisticích prostředků a jiných výrobků. K nejpodstatnějším zdrojům patří cigaretový kouř (Frouz, Moldan, 2015).

4.2.5.2 Formaldehyd

Formaldehyd je plyn, který se dostává do ovzduší interiéru z použitých dřevotřísek a pěnových izolací. Jedná se o mutagenní, dráždivou látku, proti které se lze bránit častým větráním. Formaldehyd zvyšuje riziko onemocnění rakovinou (Zmrhal, 2014).

4.2.5.3 Naftalen

Další nebezpečnou látkou je naftalen. Jedná se o látku, která ničí dýchací ústrojí, tvoří léze, způsobuje hemolytickou anémii a při vysokých koncentracích má karcinogenní účinky. Koncentrace naftalenu bývají nízké, pokud se nepoužívají jeho preparáty, kterými jsou repelenty na hmyz (Frouz, Moldan, 2015).

4.2.5.4 Prach

Pevné frakce různých velikostí tvoří domácí prach. Malé částice se v podobě aerosolu nacházejí v ovzduší, naopak velké se rychle usazují. Prach s sebou nese částičky kůže člověka, chlupy zvířat, bakterie, roztoče, mykotoxiny, pyly a další. Tyto biologické součásti prachu způsobují alergické reakce (Hůnová, Janoušková, 2004).

4.2.5.5 Azbest

Azbest je vláknitým prachem, který je karcinogenní a dříve se hojně používal v budovách. Nyní je jeho používání zakázáno (Zmrhal, 2014). Bylo využíváno jeho nehořlavých a tepelně-izolačních vlastností, a proto se nachází v tepelných izolacích, u azbesto-cementových desek a dalších. Při porušení výrobků se jeho vlákna uvolňují do ovzduší (Hůnová, Janoušková, 2004).

4.2.5.6 Cigaretový kouř

V obývaných prostorech kde se kouří, je cigaretový kouř jedním z největších znečišťujících faktorů. Cigaretový kouř obsahuje spoustu škodlivých látek, které se při spalování dostávají do ovzduší. Nepříznivé účinky má zejména dehet, oxid uhelnatý, formaldehyd, toluen atd. Kouření v domácnostech má vliv na vznik dětských alergií (Zmrhal, 2014).

4.3 Fyzikální faktory

K fyzikálním faktorům vzduchu spadá čistota, teplota a vlhkost vzduchu, jeho proudění a tlak (Dufka, 2005).

4.3.1 Teplota

Vhodná teplota pro pobyt člověka se uvádí 20-22 °C. V zimním období je doporučováno vytápění okolo 19,5-23,5 °C, v létě by teplota neměla být vyšší než 26 °C. Příliš vysoká teplota na člověka působí hůře než nižší teplota vzduchu. V letním období má na teplotu v budově vliv hlavně sluneční záření, venkovní teplota vzduch uvnitř budovy příliš neovlivňuje (Dufka, 2005). V jiné literatuře se uvádí vhodná teplota v obývacím pokoji a pracovně 20-24 °C, v kuchyni okolo 18 °C, v koupelně nad 24 °C (Provazník, Komárek, 2004).

4.3.2 Vlhkost

Ve vzduchu vnitřního prostředí se přirozeně vyskytuje vodní pára. Vlivem nedokonalého odvodu dochází k její zvýšené kondenzaci, což má negativní vliv. Pokud je teplota rosného bodu uvnitř místnosti vyšší než teplota stěn, může docházet k jejich vlhnutí a tvorbě plísní (Zmrhal, 2014).

Příčinou zvýšené vlhkosti může být špatná údržba domu, zatékání vody, změny v účelu objektu, změny ve vytápění, nevhodné zásahy do konstrukce domu, nábytek u zdí, špatná ventilace kuchyní a koupelen, množství rostlin a i akvária. Správným vytápěním a zároveň větráním i v zimním období lze dosáhnout změn v povrchové kondenzaci. Dalším opatřením je snížení vlhkosti v bytě, např. ventilací u zdroje a udržovat relativní vlhkost pod 60 %. Mezi nábytkem a zdí nechat prostor alespoň půl centimetru, aby vzduch mohl dostatečně proudit (Balík, 2005).

Se změnou ročního období se mění i vlhkost vzduchu. V létě by optimální relativní vlhkost měla být 40-60 %, v zimě 20-40 % (Dufka, 2005).

(Zmrhal, 2014) doporučuje nepřekračovat 70% relativní vlhkosti. Jako limitní hodnotu pro tvorbu mikroorganismů uvádí relativní vlhkost 50 %.

Se změnou vlhkosti vzduchu během ročních období se mění i kondenzace vody na površích, a to vlivem větrání. V zimě trpí špatně izolované konstrukce (překlady, rohy místností). Z jara a na začátku léta trpí velké nevytápěné objekty, které jsou po zimě prochládlé a venkovní vzduch je teplejší než vzduch uvnitř budov. Týká se to hlavně kostelů a zámků, u kterých se v tomto období během větrání kondenzuje vlhkost na studených stěnách (Balík, 2008).

4.3.3 Rychlost proudění vzduchu

Správná rychlost proudění vzduchu se odvíjí od teploty vzduchu v místnostech. Má-li vzduch 26 °C, rychlost jeho proudění by měla být do 0,25 m·s⁻¹. Pokud je teplota vzduchu okolo 24 °C, rychlost proudění vzduchu nesmí překročit 0,2 m·s⁻¹. Když bude vzduch proudit rychleji, než je doporučováno, snadno se vytvoří průvan (Dufka, 2005).

4.3.4 Tlak vzduchu

Měřením tlaku se zjišťuje hmotnost vzduchu. Z hlediska života člověka je důležitý parciální tlak kyslíku, který má 21,3 kPa. S vyšší nadmořskou výškou parciální tlak kyslíku klesá. S vysokým parciálním tlakem se člověk může sekat v dolech nebo při potápění (Bencko, 2006).

4.3.5 Elektroiontové klima

(Bencko, 2006) uvádí, že elektroiontové klima má na člověka velký vliv, ale zatím se problematice příliš nevěnuje. Částicím, které nesou elektrický náboj kladně či záporně nabitý, se nazývá vzdušné ionty. Rozlišují se ionty těžké a lehké. Koncentrace iontů je dána ročním obdobím a vlivy v ovzduší. Působení elektroiontového klima je vidět na aktivitě epitelu dýchacích cest, změnách tlaku krve a jejího pH a pocitu ospalosti či energie. Proti únavě působí záporné ionty. Domnívá se, že kladný účinek mají i lehké záporné ionty, a to zejména na vysoký krevní tlak, plicní choroby, zvýšenou činnost štítné žlázy a revmatismus.

4.3.6 Hluk

Sluch je jedním ze smyslů, který upozorňuje člověka na podněty z okolí, má tak pro něj nepostradatelnou funkci. Lidé ve vnitřním prostředí jsou zatíženi hlukem pocházejícím z vnitřních chodů domu a z venkovního prostředí, kde hluk způsobuje hlavně doprava.

Akustický tlak (Pa) a frekvence (Hz) jsou dvě hodnoty, které zvuk popisují. Pro detailnější popis zvuku, který lidské ucho dokáže rozlišit, slouží jednotka decibel, která udává rozsah četných veličin hladin akustického tlaku. Tyto hodnoty mají rozsah 0-140 dB a frekvence je kolem 16-20 000 Hz. 16 Hz a níže se nazývá infrazvuk a 20 000 Hz a výš se jmenuje ultrazvuk. Člověk nejvíce vnímá zvuky o frekvenci 1 000-4 000 Hz. Poškození sluchu hlukem se ukáže nedoslýchavostí a to na frekvenci 4 000 Hz. Zvuky o vysoké frekvenci působí rušivě, jedná se už o frekvenci 2 000 Hz. Hluk, který je vyšší než 30 dB ovlivňuje nervový systém člověka, 60-65 dB a výš má vliv na jeho životní funkce, 90 dB a výš ohrožuje sluch a hluk vyšší než 120 dB může ničit buňky i tkáně (Bencko, 2006).

4.3.7 Neionizující záření

Vlivem technologického pokroku se působení elektromagnetického záření na lidi rychle zvyšuje. Z hlediska frekvence lze elektromagnetické záření rozdělit na záření neionizující a ionizující. V lidských obydlích je člověk vystaven působení radiovlnám a mikrovlnám z televizního a rozhlasového vysílání a používáním mobilních telefonů. Potíže, které neionizující záření může vyvolat, jsou nespecifické, neuropsychické a tepelné (Bencko, 2006).

4.3.8 Radon

V půdě a podložních horninách se může nacházet radioaktivní plyn radon. Radon je přírodního původu a vzniká rozpadem rádia. Do organismu se dostává vdechováním, ale ke kumulaci v něm nedochází a při vydechování se dostává zpět do venkovního prostředí. Z radonu se tvoří další produkty např. olovo a polonium, které jsou kovového

charakteru. Tyto částice mají kratší poločas rozpadu a v atmosféře se naváží na aerosol. Člověk pak tyto částice může vdechnout, a ty se pak usadí v jeho dolních dýchacích cestách a organismus ozařují (Hůnová, Janoušková, 2004).

4.4 Syndrom nemocné budovy

Syndrom nemocné budovy je onemocnění, kterým lidé trpí v důsledku nevhodných mikroklimatických podmínek v interiéru. Jedná se o řadu příznaků nemoci vlivem znehodnoceného vzduchu chemickými látkami. Symptomy syndromu nemocných budov jsou nespecifické projevy různé závažnosti. Mezi příznaky patří zvýšení únavy, nesoustředěnost, pobolívání hlavy, respirační potíže, jejich zhoršení (alergie) a opakování, infekce dýchacích cest, podrážděné spojivky a dermatitidy. Lidé jsou stresováni, pociťují nepohodu a po opuštění nevhodného prostředí potíže velmi rychle mizí.

Mezi hlavní škodliviny, které mají na onemocnění vliv, patří kouření a klimatizace. Větráním, udržováním prostředí v čistotě a vhodně vytopenými místnostmi lze docílit velkého zlepšení. Zlepšení lze dosáhnout omezením nábytku a přístrojů v interiéru. Pomoci může zvolení lepší klimatizace a v nejhorších případech zničení budovy a výstavba nové, zdravotně nezávadné. (Provazník, Komárek, 2004).

5 PRAKTICKÁ ČÁST

5.1 Cíl práce

Cílem práce je sledování změn koncentrace CO_2 a mikroklimatických podmínek v osmi domácnostech v topných a netopných sezónách. Pozorování proběhne v ložnicích a ve víceúčelových pokojích každé domácnosti. Posuzovat se budou ložnice jedné domácnosti navzájem. Sledovány budou i zvyklosti týkající se větrání a pobytu obyvatel v domácnosti.

5.2 Hypotézy

Předpokládá se, že s velikostí pokoje souvisí koncentrace CO_2 – čím menší objem místnosti, tím větší koncentrace CO_2 . A že vyšší koncentrace CO_2 budou i v nevětraných místnostech.

Odhaduje se, že v ložnicích dospělých budou koncentrace CO_2 přes den nízké a v noci se navýší. Naproti tomu v ložnicích dětí a studentů, budou koncentrace CO_2 vyšší i přes den, vlivem častějšího pobytu.

V ložnici, kde byl jeden měřicí přístroj umístěn na správné místo a druhý u okna na průvanu, se předpokládají značené rozdíly v naměřených hodnotách vlhkosti, teploty i koncentraci oxidu uhličitého.

V ložnici, kam byl umístěn jeden přístroj na vhodné místo a druhý blízko dýchací zóny, se domnívá, že se naměřené hodnoty koncentrace CO_2 budou během noci významně lišit.

5.3 Metodika

Měření probíhalo od února roku 2018 do února roku 2019, pomocí 3 přístrojů EXTECH CO_2 firmy FLIR Commercial Systems, Inc. Extech Instruments Division, zapůjčené od Ústavu obecné hygieny, 3. lékařské fakulty. Přístroje byly nastaveny na 5 minutový interval. Zaznamenávaly teplotu, koncentraci oxidu uhličitého a vlhkost.

Snaha byla měření pravidelně opakovat v každé domácnosti po dvou měsících. Dle časových možností respondentů a autorky byl harmonogram v průběhu roku poupraven. V červenci a v srpnu se měřilo minimálně.

Jednotlivá měření probíhala celý týden od pátku do pátku. Po týdnu měření autorka přenesla přístroje se záznamovými archy do následující domácnosti. Kvůli časovým možnostem byla některá měření prodloužena na 14 dní.

S přístroji byl obyvatelům měřených ložnic rozdán písemný dotazník, do kterého respondenti během měřeného týdne zaznamenávali doplňující informace o jejich zvycích. Konkrétně se jednalo o čas ulehnutí a probuzení, zda byla místnost větrána před spaním, během spánku nebo po probuzení a jakým způsobem. Dále zda během noci bylo topení zapnuto a v jaké poloze byly dveře místnosti. Ráno respondenti zhodnotili kvalitu jejich spánku, a zda se cítí dostatečně odpočatí. Prostor byl i na případné poznámky.

Každé týdenní zaznamenávání přístrojů bylo přetaženo pomocí programu EXTECH CO210 Datalogger do přenosného počítače. Data se nacházela v textovém editoru – Poznámkový blok. Následně byla přetažena do programu Microsoft Office Excel 2007 a upravena. Na každé jednotlivé týdenní měření byl vytvořen graf, který ukazuje hodnoty teploty, CO₂ a vlhkosti měnící se v čase. Dále pomocí analytických nástrojů obsažených v Microsoft Office Excel 2007 a popisné statistiky byla na jednotlivé veličiny vytvořena tabulka s maximem, minimem, mediánem a modusem.

Formou rozhovoru probíhalo dotazování na další informace ohledně bydlení, zvyklostí obyvatel domácností a měřených místností. Zjišťovaly se doplňující informace, které nemohly být zaznamenány do týdenního dotazníku, který se týkal hlavně větracích zvyklostí obyvatel ložnic zaměřených na noc a spánek.

Velikosti místností byly přeměřeny laserovým metrem PD-54, zapůjčeným taktéž od Ústavu obecné hygieny 3. lékařské fakulty. Po měření byl vypočítán objem místností. Pomocí metru byly přeměřeny i květiny, které byly později rozděleny do dvou velikostních skupin. Květiny o velikosti do 50 cm byly označeny jako malé a květiny nad 50 cm jako velké.

5.3.1 Rozmístění přístrojů a výběr místností

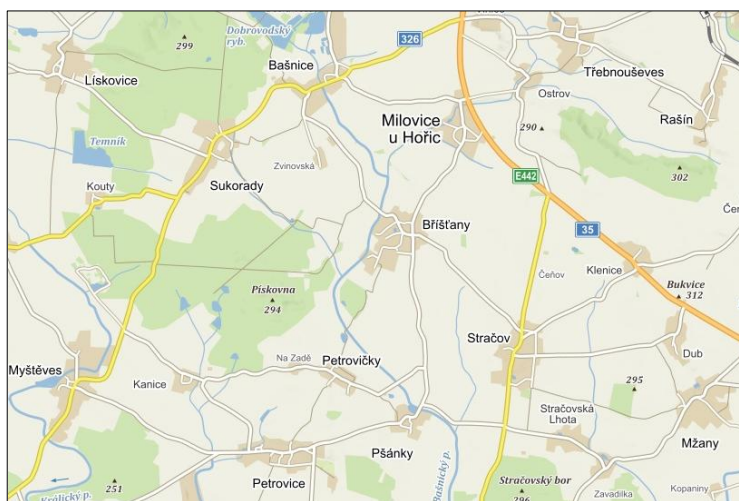
Umístění záleželo na počtu obyvatel obývaných ložnic, na typu místností a věku respondentů. Dále jejich umístění nesmělo překážet chodu domácnosti nebo rušit režim spánku blikáním, které bylo způsobeno pravidelným zaznamenáváním. Snaha byla o umístění do výšky dýchací zóny, vyvarovat se místem, kde hrozí průvan, zdroj tepla nebo oxidu uhličitého, a to dodržením vzdálenosti 0,5 m.

Přístroje byly umístěny do třech vybraných místností dané domácnosti. Dva přístroje byly umístěny po jednom do dvou ložnic. Snaha byla umístit je do výšky dýchací zóny spících respondentů a ne blíže jak 0,5 m od jedince. Pokud domácnost měla obývanou jenom jednu ložnici, byly tam umístěny přístroje oba (jeden na vhodné místo a druhý na zkoušku do blízkosti dýchací zóny nebo na místo většího průvanu). V šesti domácnostech byly měřeny dvě ložnice a u dvou domácností byla měřena pouze jedna.

Třetí přístroj autorka umístila do společně obývaného prostoru, kterým byla kuchyň s jídelnou a obývacím pokojem spojená, kuchyň s jídelnou nebo obývací pokoj. U dvou domácností v kuchyni spojené s obývacím pokojem a jídelnou byly přístroje umístěné v části kuchyně. V dalších podobně situovaných místnostech dvou domácností byly přístroje umístěny vzdáleněji od části kuchyně, a to v části jídelny. Ve dvou domácnostech, které měly spojenou kuchyň s jídelnou, ale bez obývacího pokoje se přístroje umístily do části jídelny. U dvou domácností byly přístroje umístěny v obývacím pokoji.

5.3.2 Domácnosti a jejich charakteristika

Pozorování proběhlo v 8 domácnostech v místě a nedaleko místa bydliště autorky, u jejích příbuzných a známých. Respondenti z vybraných domácností žijí v rodinném domě v jedné ze tří vesnic Královéhradeckého kraje. Vesnice se nachází nedaleko od sebe. Vesnici Sukorady a Bašnice, od sebe vzdálené 2 km, spojuje stejně frekventovaná silnice. Vesnicí Petrovice, vzdálenou 6 km od Sukorad, vede méně frekventovaná silnice stejné třídy.



Obrázek 1: Geografické rozmístění vesnic s domácnostmi (mapy.cz)

Na Obrázku 1 lze vidět rozmístění vesnic. Ve vesnici Sukorady proběhlo měření v 6 domácnostech, ve vesnici Bašnice se nachází 1 monitorovaná domácnost a ve vesnici Petrovice byla sledována také 1 domácnost.

5.3.2.1 Domácnost 1

V domácnosti č. 1 žijí čtyři osoby. Muž (37 let), žena (30 let), dvě děti (3 a 5 let) a žádné zvíře. Nachází se ve vesnici Sukorady, v prvním patře rodinného domu (v přízemí se nachází sledovaná domácnost č. 2). Dům je cihlové konstrukce, dodatečně nezateplován s plastovými okny.

Společný prostor, ve kterém proběhlo měření, se skládá z kuchyně, jídelny a obývacího pokoje. Rozloha společného prostoru je 65 m³, okna směřují do zahrady a ulice, dveře bývají pootevřené. Nachází se zde okolo

10 kusů malých květin. Kuchyň je vybavena sklokeramickým sporákem. Obyvatele zde tráví kolem 7 hodin času.

První ložnice má rozlohu 20 m³, obývají ji 2 dospělé osoby, okna směřují do zahrady. Ložnice neslouží jako víceúčelový pokoj.

Druhou ložnici o velikosti 38 m³ obývají 2 děti. Okna směřují do zahrady a nachází se zde 3 malé rostliny. Ložnice slouží jako víceúčelový pokoj, mimo spánek zde tráví 2-6 hodin denně děti i rodiče.

5.3.2.2 Domácnost 2

V domácnosti č. 2 žije jedna dospělá osoba (žena, 62 let). Domácnost se nachází ve vesnici Sukorady, v přízemí rodinného domu (v prvním patře se nachází domácnost č. 1). Konstrukce je cihlová a dům není zateplen. Nepobývá zde žádné zvíře. Všechna okna jsou plastová.

Společný prostor se skládá z kuchyně, jídelny a obývacího pokoje a má stejnou rozlohu jako tato místnost v domácnosti č. 1, tedy 65 m³ a okna směřují též do zahrady i ulice. Nachází se zde 5 kusů malých a 2 kusy velkých květin. Kuchyň je vybavena sklokeramickým sporákem. Obyvatelka zde tráví většinu volného času – v zimním období kolem 6 hodin a v letním okolo 2 hodin.

Ložnice má rozlohu 51 m³, okna směřují do ulice, čas mimo spánek zde obyvatelka netráví. Nachází se zde 3 malé a 1 velká rostlina.

5.3.2.3 Domácnost 3

Domácnost č. 3 se nachází ve vesnici Sukorady, v prvním patře rodinného domu (v přízemí se nachází domácnost č. 4). Konstrukce domu je cihlová se škvárou. Dům byl postupně přistavován a půlka domu (nejstarší část) je zateplena. Okna jsou plastová. Žijí zde 4 osoby a nekontrolovatelný přístup sem má i kočka domácí, která se pohybuje všude.

Měření společně obývaného prostoru probíhalo v obývacím pokoji, který má rozlohu 59 m³ a nachází se zde 14 malých květín a 3 velké. Okna směřují do zahrady. Čas zde strávený obyvateli se pohybuje kolem 6 hodin.

V první ložnici pobývají dvě osoby, muž (53 let) a žena (50 let). Ložnice má rozlohu 31 m³, okna směřují do zahrady a ložnice nemá využití víceúčelového pokoje. Nachází se zde 8 malých rostlin.

Druhou ložnici o rozloze 48 m³ obývá žena (23 let). Okna směřují do ulice. Čas zde tráví nepravidelně a nepravidelně se zde vyskytuje i další osoba. Ložnice slouží jako víceúčelový pokoj. Čas zde strávený se pohybuje od 5-10 hodin.

Ložnice č. 3 nebyla do výzkumu přiřazena a obývá ji muž (28 let).

5.3.2.4 Domácnost 4

Domácnost č. 4 se nachází ve vesnici Sukorady v přízemí rodinného domu (v prvním patře se nachází domácnost č. 3). Konstrukce domu je cihlová se škvárou, půlka domu je zateplena. Žijí zde 2 osoby – muž (87 let) a žena (84 let). Často zde pobývá kočka domácí, která se pohybuje všude. Občas se zde pohybují 2 psi o hmotnosti 15 kg a 30 kg.

Společný prostor, který byl pozorován, je obývací pokoj o rozloze 45 m³. Okna jsou špaletová a míří do zahrady. Jedna z osob zde stráví za den až 14 hodin.

Obě osoby obývají jednu ložnici o velikosti 41 m³. Okna ložnice jsou plastová a míří do ulice. Ložnice neslouží jako víceúčelový pokoj. Nachází se zde 9 malých a 1 velká rostlina.

5.3.2.5 Domácnost 5

Domácnost č. 5 se nachází ve vesnici Sukorady v přízemním rodinném domě. Konstrukce domu je cihlová se škvárou. Okna domu jsou plastová a kolem nich je zateplení. Žijí zde 4 osoby. Pobývá zde i pes o hmotnosti 35 kg, pohybuje se všude kromě druhé ložnice, ale není zde přes noc.

Společný prostor, ve kterém probíhalo měření, je kuchyň s jídelnou o rozloze 54 m³. Tráví se zde kolem 3-5 hodin času. Okna směřují do zahrady i ulice. V místnosti se nachází 8 malých a 2 velké květiny. V kuchyni je elektrický sporák.

První ložnici o velikosti 25 m³ obývají dvě osoby, muž (56 let) a žena (55 let). Okna směřují do zahrady. Ložnice neslouží jako víceúčelový pokoj. Nachází se zde 3 kusy malých rostlin.

Druhou ložnici o velikosti 25 m³ obývají dvě osoby, muž (30 let) a žena (27 let). Ložnice neslouží jako víceúčelový pokoj, ale nemá dveře a tak je stálý průchod do vedlejší místnosti o rozloze 38 m³, která slouží jako obývací pokoj. Ve druhé místnosti pobývá zakrslý králík. Okna obou místností směřují do zahrady. V ložnici jsou umístěny 2 malé a 1 velká rostlina.

5.3.2.6 Domácnost 6

Domácnost č. 6 se nachází v rodinném domě ve vesnici Sukorady. Konstrukce domu je cihlová a dům je zateplen. Dům má plastová okna. Žijí zde 4 osoby.

Měření proběhlo ve společně obývaném prostoru, který se skládá z kuchyně, jídelny a obývacího pokoje. Rozloha je 111 m³ a nachází se v přízemí. Obyvatelé zde pobývají minimálně 4,5 hodiny. Pobývá zde i kočka domácí. Okna směřují do zahrady. Nachází se zde 15 malých květin a akvárium. Kuchyň je vybavena indukčním sporákem.

První ložnici o rozloze 47 m³ obývají dvě osoby, muž (53 let) a žena (45 let). Ložnice se nachází v prvním patře a okna směřují do zahrady. Ložnice neslouží jako víceúčelový pokoj.

Druhá ložnice, která se nachází v prvním patře, má velikost 33 m³. Ložnice slouží jako víceúčelový pokoj, žena (17 let) zde tráví většinu volného času, přibližně 6 hodin a více. Okna směřují do ulice.

V další ložnici měření neprobíhalo. Ložnici obývá muž (20 let).

5.3.2.7 Domácnost 7

Domácnost č. 7 se nachází v přízemním rodinném domě ve vesnici Petrovice. Dům má cihlovou a pískovcovou konstrukci a zateplenou část stropu. Okna domu jsou plastová. Dům obývají 4 lidé a 2 psi o hmotnosti 9 a 23 kg, kteří se pohybují všude.

Společný prostor, ve kterém proběhlo měření, slouží jako kuchyň, jídelna i obývací pokoj. Jeho rozloha je 41 m³, okna směřují do zahrady a obyvatelé zde tráví většinu volného času, tedy kolem 6 hodin a více. Nachází se zde 1 malá květina. Kuchyň je vybavena plynovým sporákem

První ložnici o rozloze 44 m³ obývají 2 osoby – muž (56 let), žena (53 let) a dva psi. Okna směřují do zahrady. Ložnice neslouží jako víceúčelový pokoj.

Druhá ložnice o rozloze 42 m³ je obývána mužem (26 let), nepravidelně zde pobývá i další osoba. Ložnice slouží jako víceúčelový pokoj, osoba zde tráví kolem 5 hodin volného času. Okna směřují do ulice. Nachází se zde 1 malá rostlina.

V další ložnici měření neprobíhalo a obývá ji muž (31 let).

5.3.2.8 Domácnost 8

Domácnost č. 8 se nachází v rodinném domě ve vesnici Bašnice. Konstrukce domu je cihlová, dům má plastová okna a není zateplen. Žijí zde 4 osoby.

Společný prostor, ve kterém probíhalo měření, se skládá z kuchyně a jídelny, jeho rozloha je 61 m³ a nachází se v přízemí. Okna směřují do zahrady. Obyvatelé zde tráví 1-3 hodiny denně. Kuchyň je vybavena elektrickým sporákem. Nachází se zde 4 malé a 4 velké rostliny.

První ložnice má rozlohu 35 m³ a nachází se v prvním patře. Obývají ji 2 osoby – muž (48 let) a žena (45 let). Okna ložnice směřují do zahrady. Ložnice neslouží jako víceúčelový pokoj.

Druhá ložnice o rozloze 46 m³ se nachází v prvním patře. Ložnice slouží jako víceúčelový pokoj. Žena (22 let) zde tráví většinu volného času – okolo 6 hodin a více. Nepravidelně zde pobývá další osoba. Okna směřují do ulice. Nachází se zde 2 malé rostliny.

Ve třetí ložnici měření neprobíhalo, pobývá zde žena (15 let).

5.3.3 Zpracování dotazníkového šetření

Dotazování probíhalo formou rozhovoru a otevřených otázek. Autorka předčítala otázky a odpovědi zaznamenávala na papír. Dotazníky pak přepsala do elektronické formy v programu Microsoft Office Excel 2007 a vytvořila výsečové grafy.

5.4 Výsledky

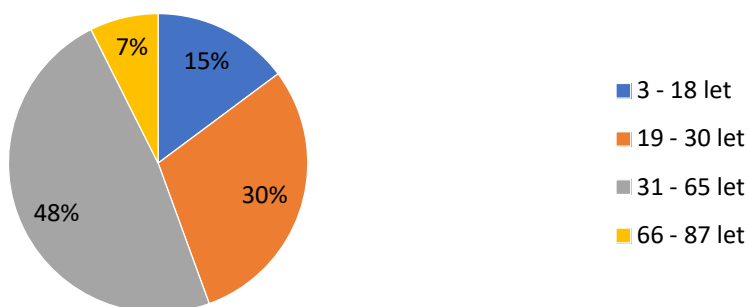
5.4.1 Výsledky dotazníkového šetření

Otázky se týkaly demografických údajů o obyvatelích domácnosti, domu celkově, společného prostoru a jednotlivých ložnic.

Část A.: Demografické údaje:

Výzkumu se zúčastnilo 27 osob. Obě pohlaví byla zastoupena téměř rovnoměrně, konkrétně se jednalo o 14 mužů a 13 žen. Věkové zastoupení bylo 3-87 let. Z Grafu č. 1 lze vyčíst, že ve věkové skupině 3-18 let byly 4 osoby (15 %), ve skupině 19-30 let 8 osob (30 %), z věkové skupiny 31-65 let se zúčastnilo 13 osob (48 %) a v nejstarší věkové skupině 66-87 let byly 2 osoby (7 %).

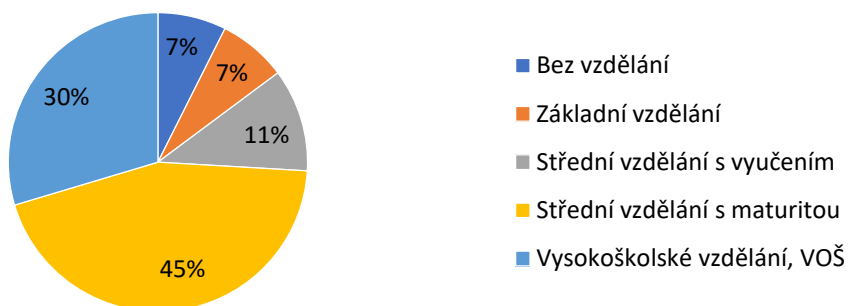
Věkové zastoupení respondentů



Graf 1: Věkové zastoupení respondentů

Dotazovaní dosáhli různého vzdělání. 2 osoby (7 %) jsou bez vzdělání, 2 osoby (7 %) mají základní vzdělání a 3 respondenti (11 %) jsou vyučení. Nejvíce zastoupená skupina 12 osob (45 %) dosáhla středního vzdělání s maturitou a 8 respondentů (30 %) má vyšší odborné nebo vysokoškolské vzdělání – viz Graf 2.

Dosažené vzdělání respondentů

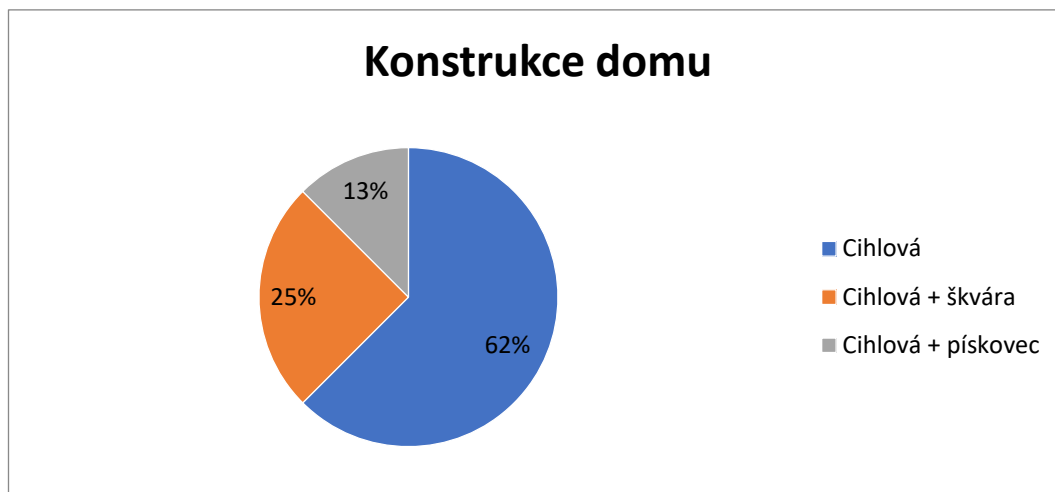


Graf 2: Dosažené vzdělání respondentů

Část B.: Dům

Jakou má váš dům konstrukci?

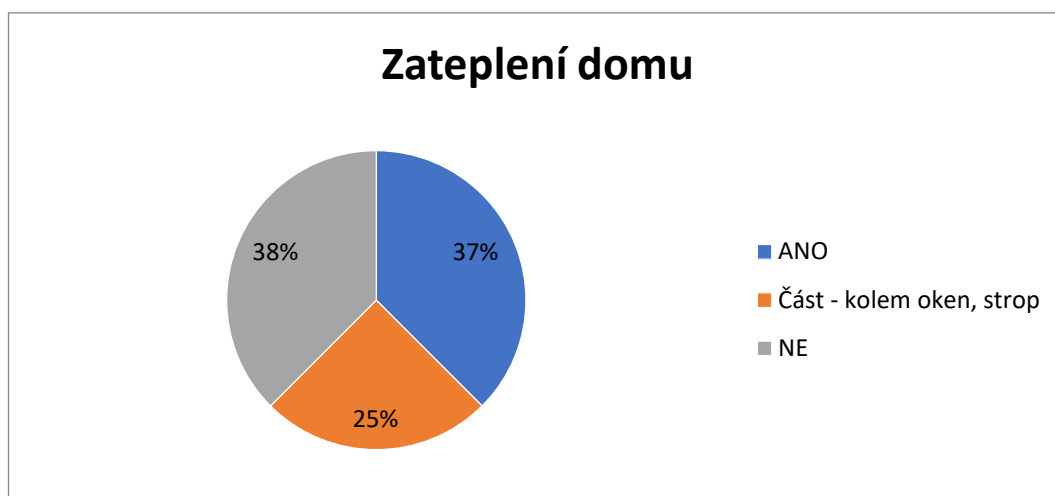
V Grafu 3 lze vidět, že většina domů je cihlové konstrukce, v takovém domě žije 5 domácností (62 %). 2 domácnosti (25 %) mají dům cihlové konstrukce se škvárou a 1 domácnost (13 %) žije v domě s cihlovou a pískovcovou konstrukcí.



Graf 3: Konstrukce domu

Je váš dům zateplený?

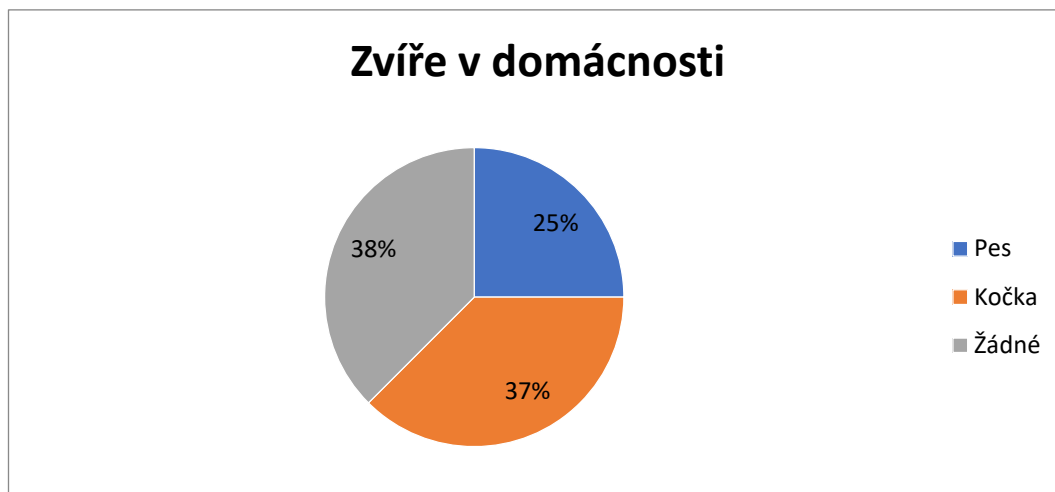
Tři domácnosti (37,5 %) žijí v zatepleném domě, 3 domácnosti (37,5 %) nemají dům zateplen a 2 domácnosti (25 %) mají dům zateplen z části (kolem oken a strop) – viz Graf 4.



Graf 4: Zateplení domu

Nachází se ve vaší domácnosti zvíře? A jaké?

Ve 3 domácnostech (37,5 %) nepobývá žádné zvíře, ve 3 (37,5 %) kočka a ve 2 (25 %) pes – viz Graf 5.



Graf 5: Zvíře v domácnosti

Nachází se někde v domě plíseň?

V 5 domácnostech (63 %) se plíseň nevyskytuje a respondenti z 3 domácností (37 %) uvedli, že se s plísní v domácnosti v různé míře setkali – viz Graf 6.



Graf 6: Výskyt plísně

Používáte čističe vzduchu?

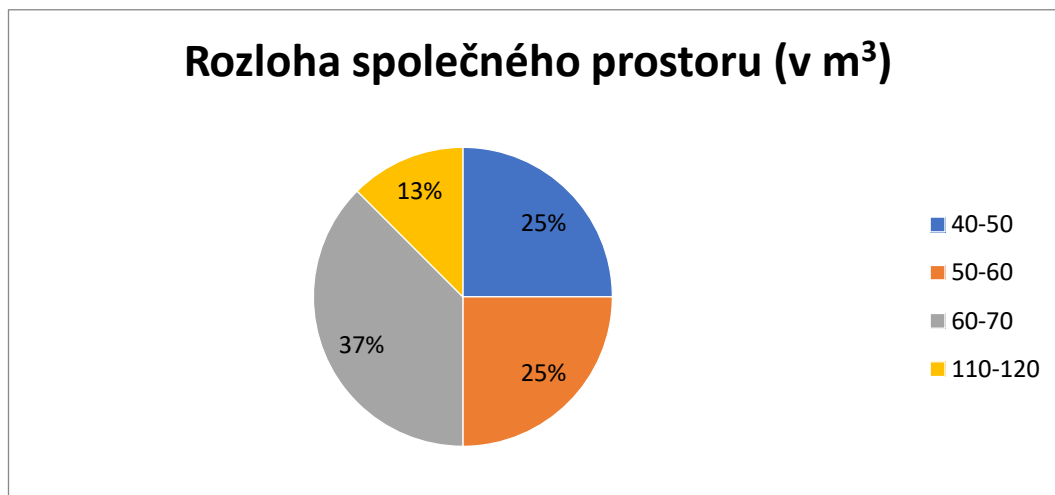
Na otázku, zda používají čističe vzduchu, se všichni respondenti shodli, že nepoužívají. Do této otázky nebyla započítána digestoř.

Část C.: Společný prostor

Rozměr kuchyně/obývacího pokoje:

V Grafu 7 je vidět, že se rozloha společenských místností velmi lišila. 40-50 m³ měl společný prostor 2 domácností (25 %) a další dvě domácnosti

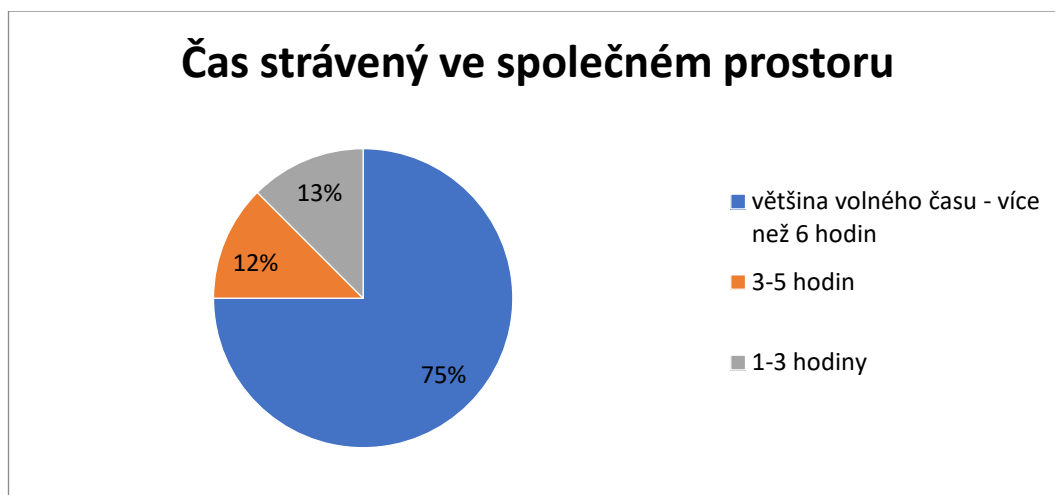
(25 %) měly společný prostor velký 50-60 m³. Rozloha 60-70 m³ byla u 3 domácností (37 %) a jedna domácnost (13 %) měla společný prostor velký 111 m³.



Graf 7: Rozloha společného prostoru (v m³)

Kolik hodin v kuchyni/obývacím pokoji trávíte?

Na otázku, kolik času ve společném prostoru obyvatelé stráví, se získaly odpovědi 1-3 hodiny v 1 domácnosti (12,5 %), 3-5 hodin také v 1 domácnosti (12,5 %) a v 6 domácnostech (75 %) obyvatelé pobývají ve společném prostoru většinu volného času, tedy 6 hodin a více – viz Graf 8.

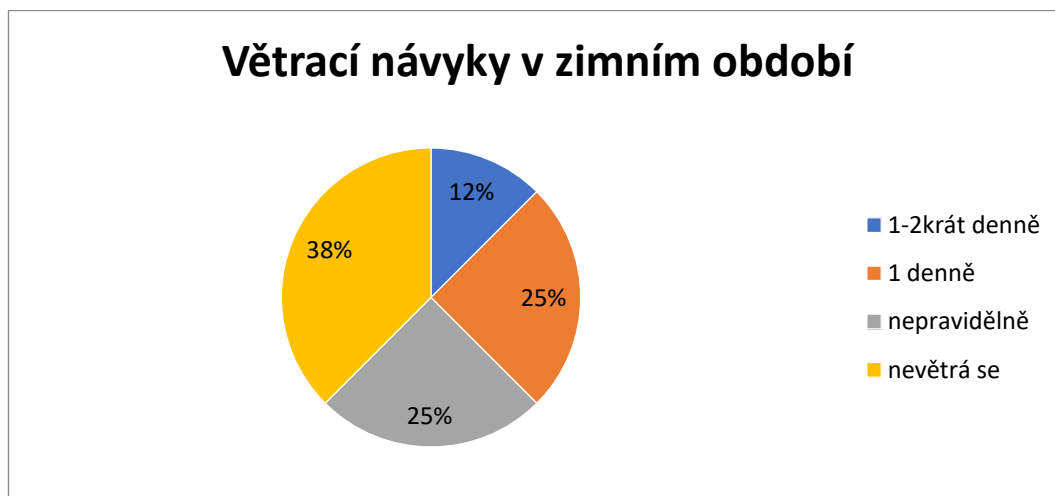


Graf 8: Čas strávený ve společném prostoru

Kolikrát za den v kuchyni/obývacím pokoji větráte?

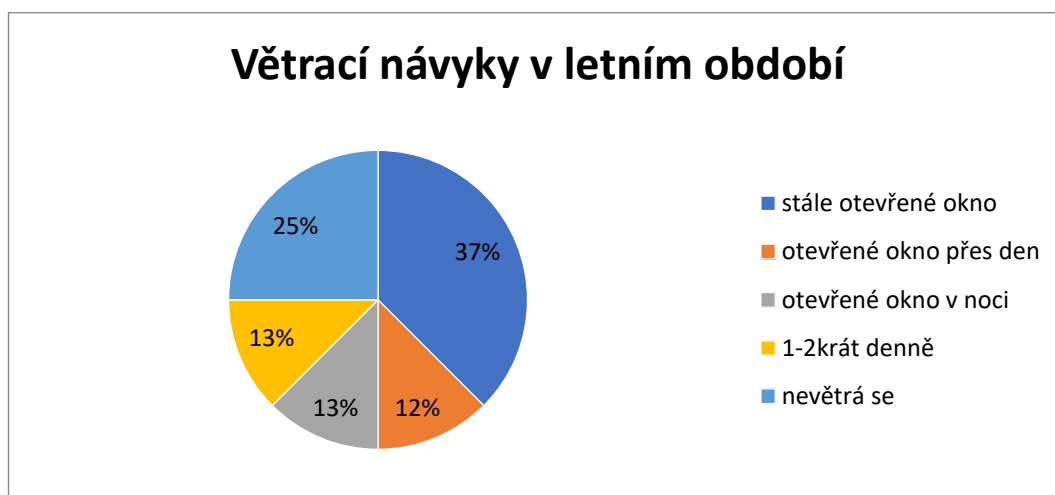
Na otázku, jak probíhá větrání v zimním období ve společném prostoru, se odpovědi lišily. V Grafu 9 lze vidět, že ve 3 případech (38 %) se nevětrá vůbec, ve 2 případech (25 %) nepravidelně, v dalších 2 případech

(25 %) jednou denně a v jednom případě (12 %) je snaha větrat 1-2krát za den.



Graf 9: Větrací návyky v zimním období ve společném prostoru

Odpovědi ohledně větrání v letním období se od odpovědí na větrání v zimě lišily. Ve 2 případech (25 %) se nevětrá a v 1 případě (12,5 %) se větrá 1-2krát za den. Dále se po jedné domácnosti (12,5 %) větrá jen přes den a v další domácnosti (12,5 %) se naopak větrá pouze v noci. Ve 3 případech (37,5 %) mají stále otevřené okno – viz Graf 10.

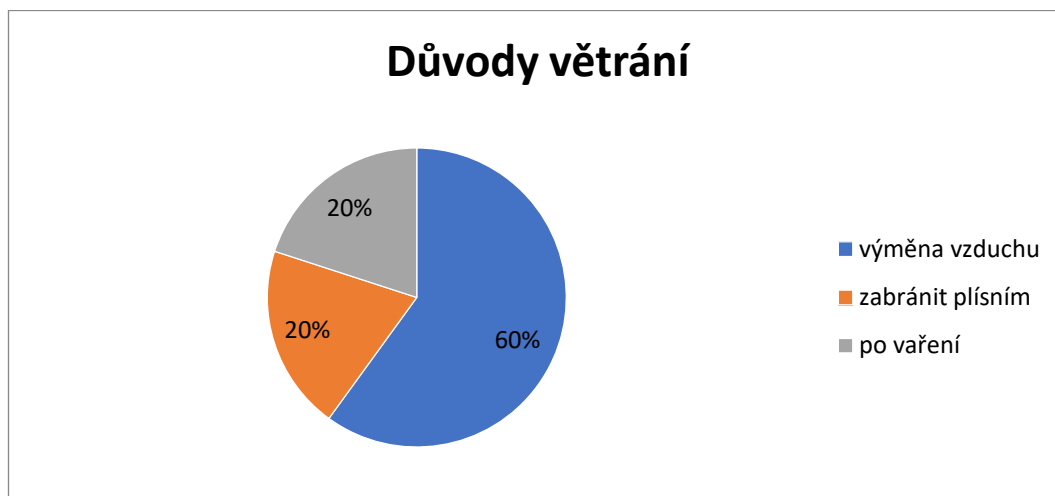


Graf 10: Větrací návyky v letním období ve společném prostoru

Jaké jsou důvody větrání/nevětrání?

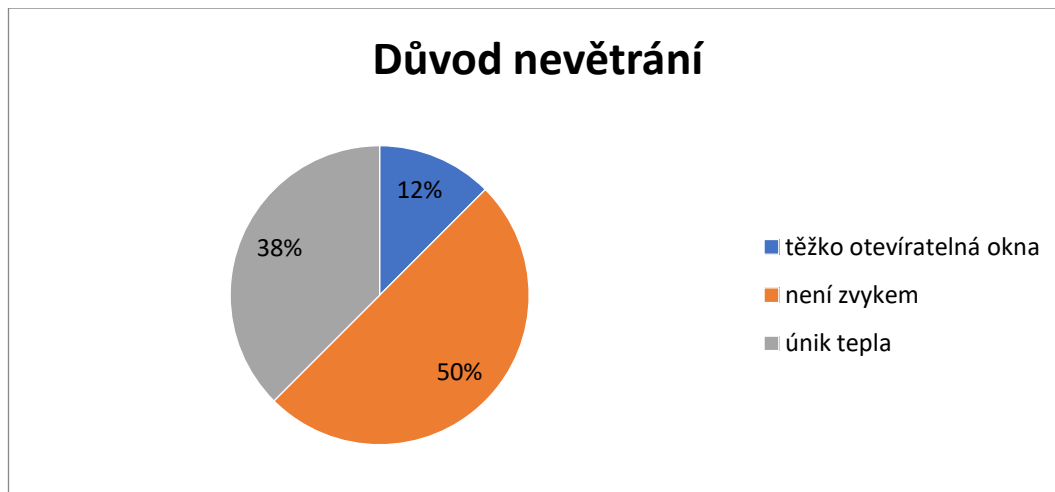
Z Grafu 11 se lze dočíst, jaké důvody pro větrání v kuchyni/obývacím pokoji respondenti uvedli. 3krát (60 %) bylo uvedeno, že se větrá za účelem výměny vzduchu. V jednom případě (20 %) se zabráňuje vzniku plísní

a v dalším jednom případě (20 %) se větrá po vaření, pro očištění vzduchu od vzniklých par a pachů.



Graf 11: Důvody větrání ve společném prostoru

Jelikož v některých domácnostech větrání v kuchyni/obývacím pokoji neprobíhá, další otázky směřovaly k zjištění důvodů. V Grafu 12 lze vidět, že bylo 4krát (50 %) uvedeno, že obyvatelé domácnosti na větrání nejsou zvyklí. 3krát (38 %) se jako důvod uváděl únik tepla. Dalším důvodem k nevětrání ve společném prostoru byla stará, špatně otevíratelná okna – v jednom případě (12 %).

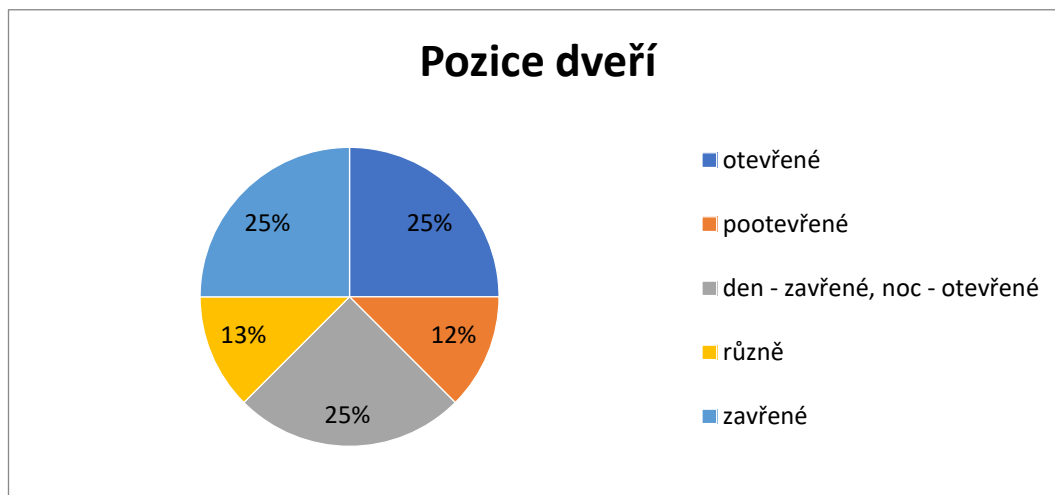


Graf 12: Důvod nevětrání ve společném prostoru

V jaké pozici míváte dveře kuchyně/obývacího pokoje?

Odpovědi na otázku, v jaké pozici mívají respondenti dveře od kuchyně/obývacího pokoje, se lišily. Ve 2 případech (25 %) jsou dveře otevřené, ve 2 případech (25 %) pootevřené, v dalších 2 případech (25 %)

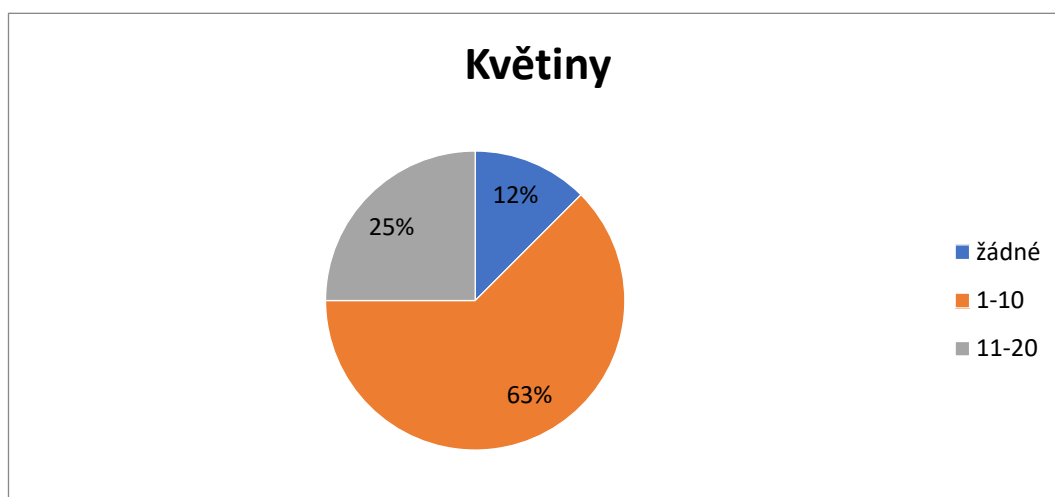
přes den zavřené a přes noc otevřené. V jedné domácnosti (12,5 %) mívají dveře pootevřené a v další domácnosti (12,5 %) se nedokázalo určit, v jaké pozici jsou dveře nejčastěji – viz Graf 13.



Graf 13: Pozice dveří ve společném prostoru

Máte v kuchyni/obývacím pokoji květiny? Kolik? Velikost.

Na otázku, zda se ve společném prostoru nachází květiny, bylo v jednom případě (12,5 %) zodpovězeno, že nenachází a naopak ve zbylých 7 domácnostech (87,5 %) květiny v kuchyni/obývacím pokoji mají. Z Grafu 14, se lze detailněji dočíst, kolik rostlin se tam nachází. V 5 případech (62,5 %) mají 1-10 rostlin a ve 2 případech (25 %) mají 11-20 květin.

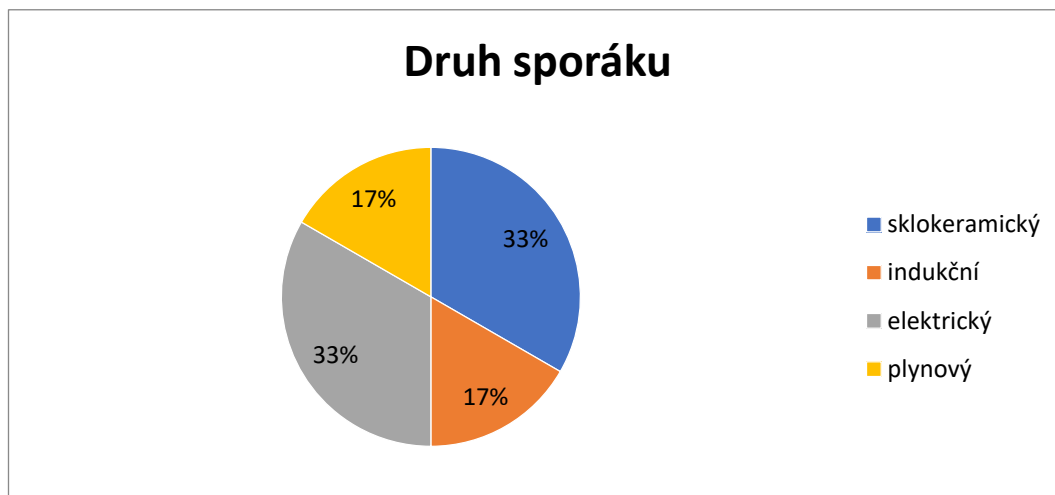


Graf 14: Květiny ve společném prostoru

Jaký máte v kuchyni sporák?

Další otázka směřovala pouze na místnosti, ve kterých je zařízený kuchyňský kout. Respondenti byli tázáni na druh sporáku. Nejčastěji

pořízený sporák je sklokeramický – 2 případy (33 %) a elektrický (33 %). Dále byly kuchyně vybaveny indukčním sporákem – 1 případ (17 %) a plynovým sporákem – 1 případ (17 %) – viz Graf 15.



Graf 15: Druh sporáku

Používáte digestoř? Jak často?

Ve všech měřených kuchyních se digestoř nachází a využívá. Na otázku, zda respondenti používají digestoř, byly získány dvě odpovědi. Ve třech případech (50 %) digestoř používají vždy při každém vaření a ve třech případech (50 %) digestoř použijí nepravidelně – viz Graf 16.



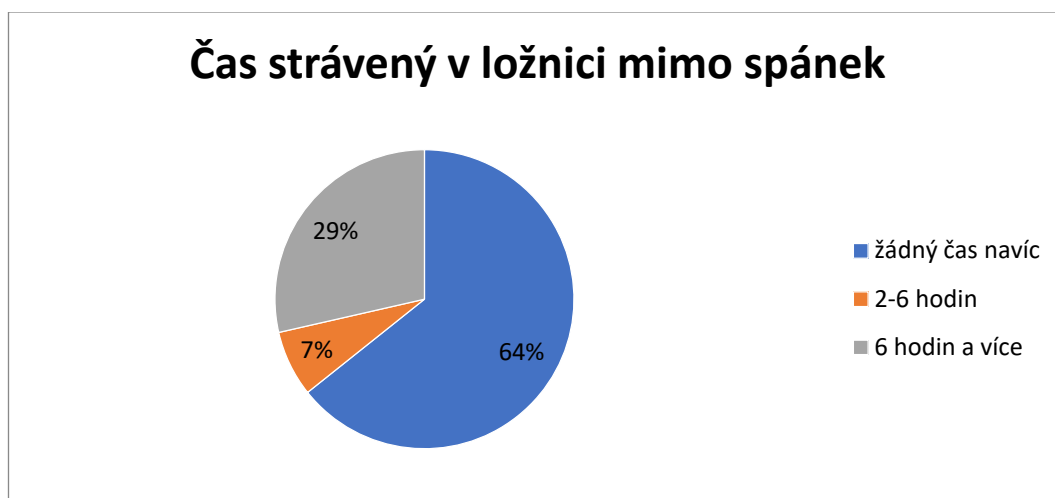
Graf 16: Využívání digestoře

Část D.: Ložnice

Následující otázky byly kladeny respondentům 14 měřených ložnic. Otázky získávaly informace o ložnicích a zvyklostech jejich obyvatelů.

Kolik hodin v ložnici strávíte?

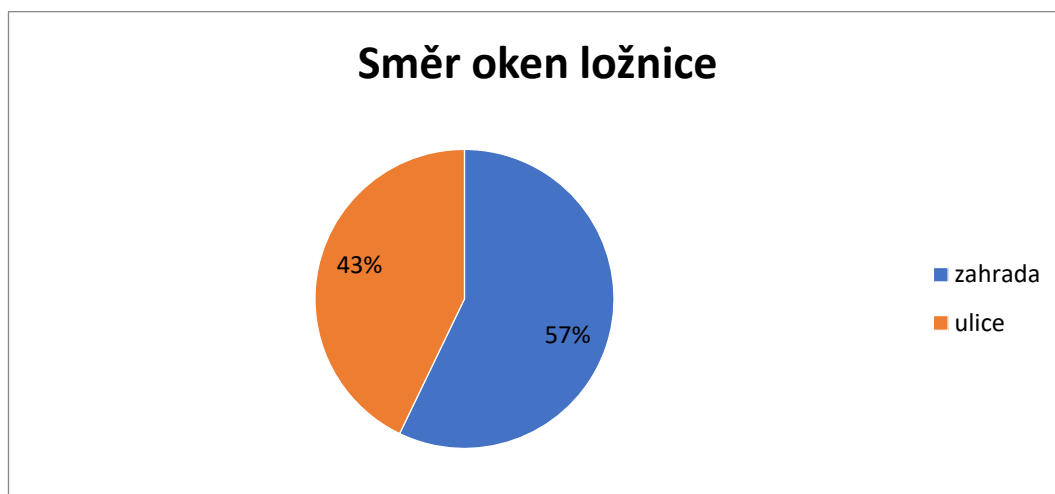
Z Grafu 17 lze vyčíst, že v 9 ložnicích (64 %) obyvatelé netráví žádný čas navíc. V jedné ložnici (7 %) se pobývá 2-6 hodin a ve zbylých 4 ložnicích (29 %) obyvatelé tráví 6 hodin a více. Podle odpovědi na otázku, ohledně času stráveného v ložnici mimo spánek, lze určit, zda se jedná o místnost, která slouží pouze jako ložnice nebo o více účelový pokoj. Víceúčelových pokojů bylo 5 (36 %) a ložnic 9 (64 %).



Graf 17: Čas strávený v ložnici mimo spánek

Kam směřují okna vaší ložnice?

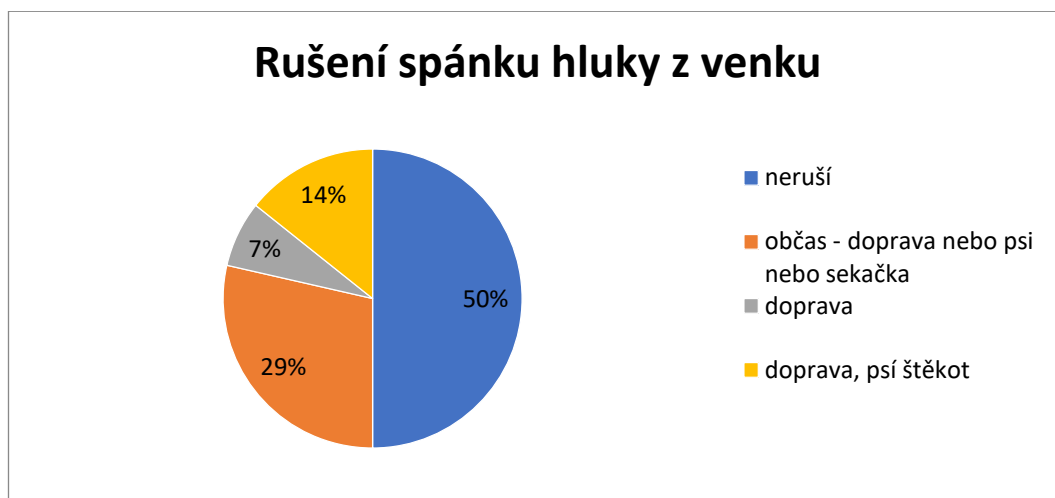
V Grafu 18 je vidět, že u 6 ložnic (43 %) směřují okna do ulice a u 8 ložnic (57 %) směřují do zahrady.



Graf 18: Směr oken ložnice

Ruší váš spánek ruch z venku? Jaký?

Spánek respondentů ze 7 ložnic (50 %) žádný ruch, pocházející z venkovního prostředí, neruší. Druhá polovina, tedy 7 ložnic (50 %) už spánek ruch z venku ovlivňuje. 4 ložnice (29 %) je ovlivněno nárazovým hlukem způsobeným štěkotem psů, dopravou nebo sekačkou. 2 ložnice (14 %) mají pravidelně ovlivněn spánek dopravou a štěkotem psů. Spánek respondentů z 1 ložnice (7 %) je ovlivňován pouze ruchem způsobeným dopravou – viz Graf 19.



Graf 19: Rušení spánku hluky z venku

Máte na oknech závěsy, které na noc zatahujete?

Ve 3 ložnicích (21 %) se na noc zatahují závěsy a v 11 ložnicích (79 %) se závěsy nezatahují – viz Graf 20.

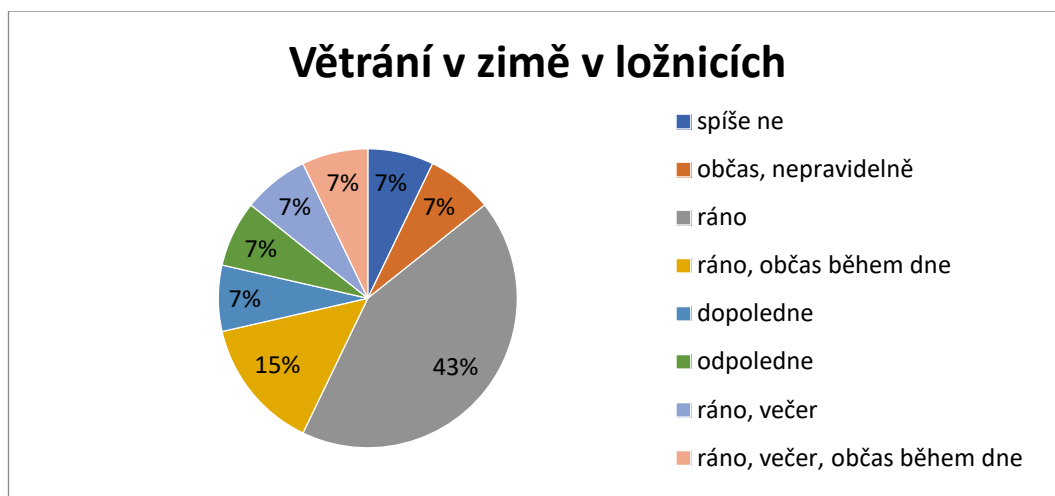


Graf 20: Zatahování závěsů na noc v ložnicích

Kolikrát za den v ložnici větráte?

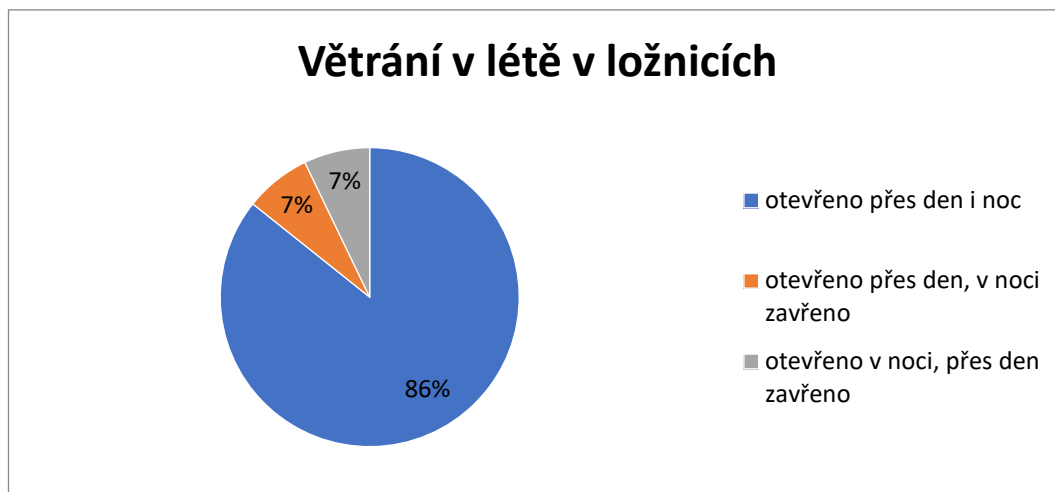
Větrání v zimě a větrání v létě je v jednotlivých ložnicích odlišné. V zimním období se v 1 ložnici (7 %) větrá 2-3krát denně. V další ložnici (7 %) se větrá 2krát denně. Ve 2 ložnicích (14 %) probíhá větrání 1-2krát denně, v 8 ložnicích (57 %) se větrá jednou denně. A ve 2 ložnicích (15 %) se větrá nepravidelně, maximálně jednou denně.

Z Grafu 21 se lze dočíst, jak jednotlivé větrání probíhá. Nejčastěji se v ložnicích větrá pouze ráno, tomu je v 6 případech (43 %). Ve 2 případech (15 %) měřených ložnic probíhá větrání ráno a občas i během dne. V 1 ložnici (7 %) se v zimě spíše nevětrá, v další ložnici (7 %) se větrá nepravidelně. V jedné ložnici (7 %) se větrá pravidelně dopoledne a v jedné ložnici (7 %) probíhá pravidelné větrání odpoledne. V další ložnici (7 %) probíhá větrání 2krát denně – ráno a večer. V poslední ložnici (7 %) se větrá 2-3krát denně, a to ráno, večer a někdy i během dne.



Graf 21: Větrání v zimě v ložnicích

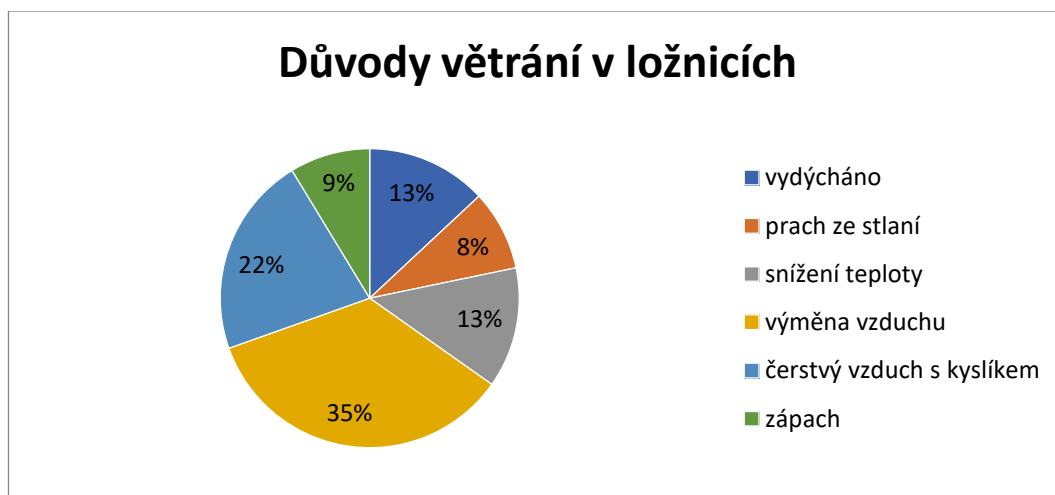
V létě způsob větrání není pestrý jako v zimním období. Ve všech 14 ložnicích se v létě větrá. Z Grafu 22 se lze dočíst, že většina měřených ložnic, tedy 12 ložnic (86 %) větrá přes den i noc. V jedné ložnici (7 %) se větrá pouze přes den a v jedné ložnici (7 %) se větrá pouze v noci.



Graf 22: Větrání v létě v ložnicích

Jaké jsou důvody větrání/nevětrání?

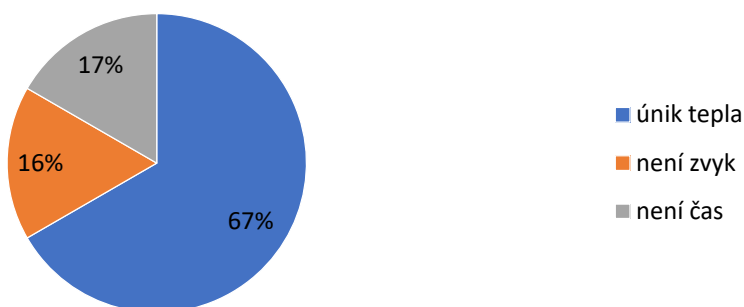
Ve většině ložnic je snaha o pravidelné větrání. Respondenti tak uvedli 6 důvodů, které je k pravidelnému větrání vedou. Nejčastěji byla uvedena výměna vzduchu a to 8krát (35 %). 5krát (22 %) bylo uvedeno, že se větráním přivede čerstvý vzduch s kyslíkem. 3 krát (13 %) se uvedlo jako důvod k větrání odvod vydýchaného vzduchu a 3 krát (13 %) snížení teploty. 2 krát (8,5 %) bylo sděleno jako důvod k větrání odstranění zápachu a 2 krát (8,5 %) jako pomoc při odstranění prachu při stlaní – viz Graf 23.



Graf 23: Důvody větrání v ložnicích

Většina respondentů pravidelně větrá, ale část uvedla, že jejich větrání je nedostačující. Častějšímu větrání brání únik tepla, které bylo uvedeno 4krát (67 %), jednou (16,5 %) bylo řečeno, že větrání není zvykem a jednou (16,5 %) bylo sděleno, že není dostatek času – viz Graf 24.

Důvody nevětrání v ložnicích

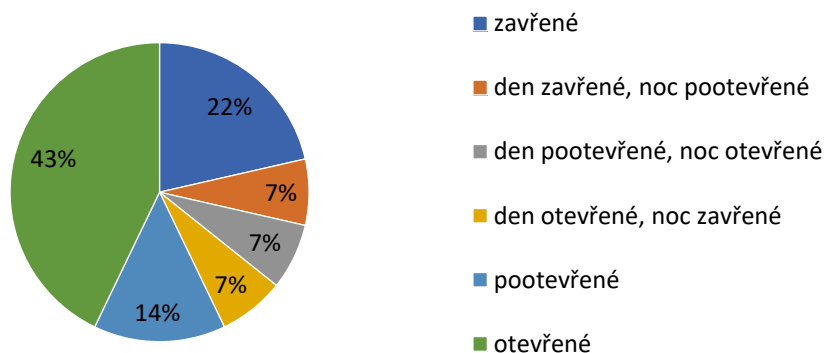


Graf 24: Důvody nevětrání v ložnicích

V jaké pozici míváte dveře ložnice?

Ze 14 ložnic se v 6 ložnicích (43 %) nechávají dveře stále otevřené, ve 3 ložnicích (21,5 %) stále zavřené a ve 2 ložnicích (14 %) stále pootevřené. V dalších 3 ložnicích (21,5 %) jsou dveře v různé poloze – v Grafu 25 je zvyk přesně znázorněn. V jednom případě (7 %) mívají dveře přes den zavřené a přes noc pootevřené, v druhém případě (7 %) mají dveře přes den pootevřené a přes noc úplně otevřené. Ve třetím případě (7 %) jsou dveře otevřené přes den a přes noc zavřené.

Pozice dveří ložnic

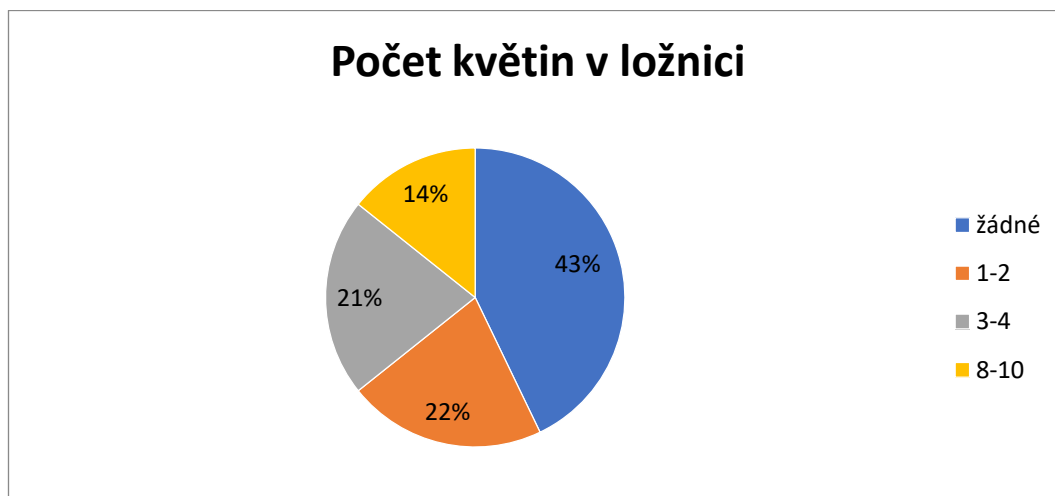


Graf 25: Pozice dveří ložnic

Máte v ložnici květiny? Kolik? Velikost.

V 6 ložnicích (43 %) nejsou umístěny žádné květiny a v 8 ložnicích (57 %) se květiny nachází. Z Grafu 26 lze vyčíst, že 1-2 rostliny mají 3 ložnice

(21,5 %) a další 3 ložnice (21,5 %) mají 3-4 rostliny. Ve 2 ložnicích (14 %) se nachází 8-10 rostlin.



Graf 26: Počet květin v ložnici

5.4.2 Zpracování dat

5.4.2.1 Domácnost 1 – Koncentrace CO₂ a mikroklima ložnic

Sledované byly dvě ložnice. Měření B se uskutečnilo v ložnici a měření C ve víceúčelovém pokoji v dubnu, červnu, říjnu a prosinci.

V Tabulce 5 lze vidět, jak se liší teplota obou ložnic. Mediánová hodnota ukazuje, že v místnosti C, která je obývána dětmi, byly teploty ve všech měsících vyšší než u druhé ložnice, ve které pobývají dospělé osoby. Teplotní rozdíl byl o 0,5-0,9 °C.

| Teplota v ložnicích | | | | | |
|---------------------|---------|-------|--------|-------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | červen | říjen | prosinec |
| medián | B | 20,6 | 24,7 | 19,0 | 18,9 |
| | C | 21,2 | 25,4 | 19,4 | 19,8 |
| minimum | B | 17,6 | 21,9 | 16,8 | 17,7 |
| | C | 20,4 | 22,9 | 18,7 | 18,1 |
| maximum | B | 22,1 | 26,6 | 20,7 | 20,6 |
| | C | 22,2 | 26,7 | 22,1 | 22,1 |

Tabulka 4: Teplota v ložnicích – domácnost 1

Tabulka 6 ukazuje vlhkost v měřených ložnicích. Maximální naměřená hodnota relativní vlhkosti činí 70,8 % a byla zjištěna v červnu v místnosti B. V místnosti C se maximální hodnota relativní vlhkosti zjistila v dubnu a jednalo se o 69 %. Mediánové hodnoty za všechny měřené měsíce se však pohybují v obou ložnicích mezi 46-56 % relativní vlhkosti. S těmito hodnotami jsou ve shodě i odpovědi ohledně plísní, kdy respondenti uváděli, že se s plísní v daných místnostech nesetkávají.

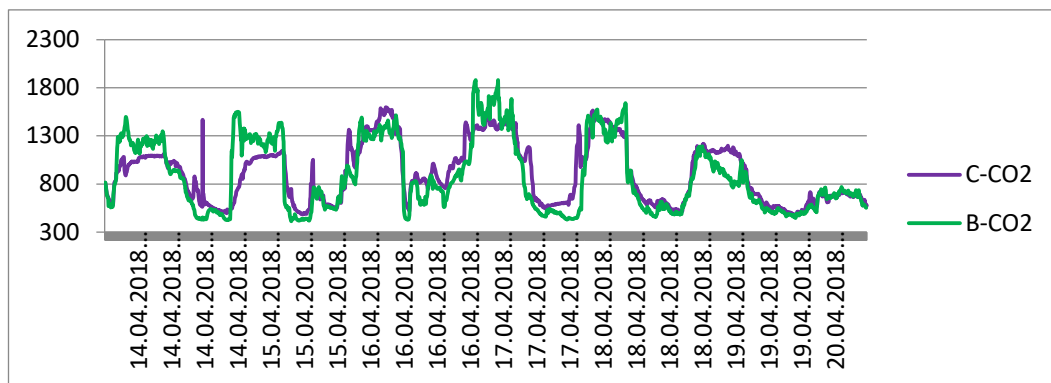
| Vlhkost v ložnicích | | | | | |
|---------------------|---------|-------|--------|-------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | červen | říjen | prosinec |
| medián | B | 55,8 | 51,4 | 53,5 | 48,0 |
| | C | 56,0 | 51,5 | 54,6 | 46,1 |
| minimum | B | 44,8 | 33,8 | 37,3 | 32,9 |
| | C | 49,9 | 47,1 | 47,1 | 35,1 |
| maximum | B | 70,2 | 70,8 | 69,7 | 61,2 |
| | C | 69,0 | 68,2 | 60,5 | 50,2 |

Tabulka 5: Vlhkost v ložnicích – domácnost 1

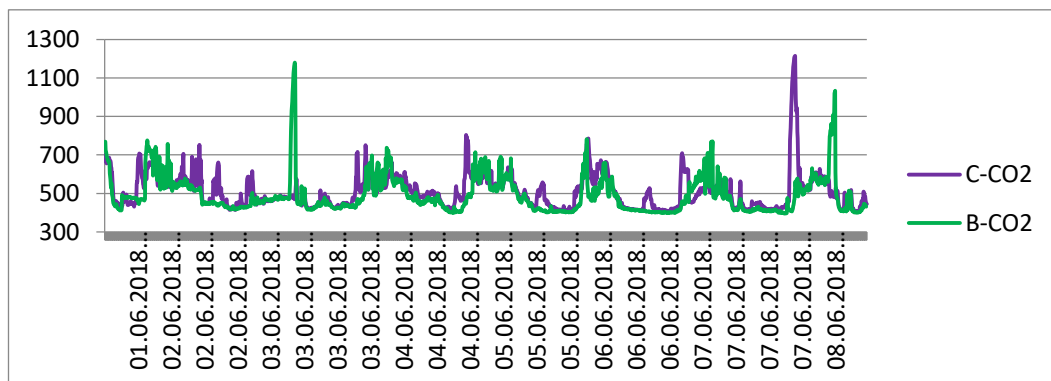
V Tabulce 4 se lze dočíst o naměřených hodnotách koncentrace CO₂ během sledovaných měsíců v daných ložnicích. Grafy 27-30 vyobrazují týdenní křivku během měření. Křivka koncentrace CO₂ obou ložnic se od sebe příliš neliší. Ložnice B má pravidelnou křivku, u které je znát zvyšující se koncentrace CO₂ v noci a pokles během dne. Křivka koncentrace CO₂ pokoje C má podobný charakter, jako křivka ložnice B. Za povšimnutí stojí Grafy 29-30, kdy na začátku grafu lze vidět rozdíl mezi oběma pokoji. Jedná se o víkend, kdy se odhaduje, že se ve víceúčelovém pokoji trávilo více volného času na rozdíl od ložnice B, u které je křivka koncentrace CO₂ stále pravidelná. Maximální naměřené hodnoty obou ložnic v měsíci červnu, který zastupuje teplejší měsíce, se od sebe příliš neliší a nepřesahují mezní hodnotu 1 500 ppm, což je pravděpodobně způsobeno dlouhodobě otevřeným oknem. V chladnějších měsících se však maximální hodnoty obou ložnic znatelně liší. Příkladem je měsíc prosinec, kdy v místnosti B maximální hodnota CO₂ dosahuje 2 428 ppm a v místnosti C je maximální hodnota 1 886 ppm. V Grafech 29-30, které reprezentují měsíce říjen a prosinec, stojí za povšimnutí, že vrcholy křivky koncentrace CO₂ jsou v ložnici C vyšší, což může být způsobeno menším objemem vzduchu v místnosti.

| Koncentrace CO ₂ v ložnicích | | | | | |
|---|---------|-------|--------|-------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | červen | říjen | prosinec |
| medián | B | 774 | 463 | 1096 | 1062 |
| | C | 857 | 487 | 1194 | 1044 |
| modus | B | 439 | 402 | 979 | 1075 |
| | C | 1092 | 415 | 1336 | 1089 |
| minimum | B | 413 | 396 | 420 | 445 |
| | C | 465 | 405 | 498 | 462 |
| maximum | B | 1880 | 1180 | 2978 | 2428 |
| | C | 1597 | 1214 | 1881 | 1886 |

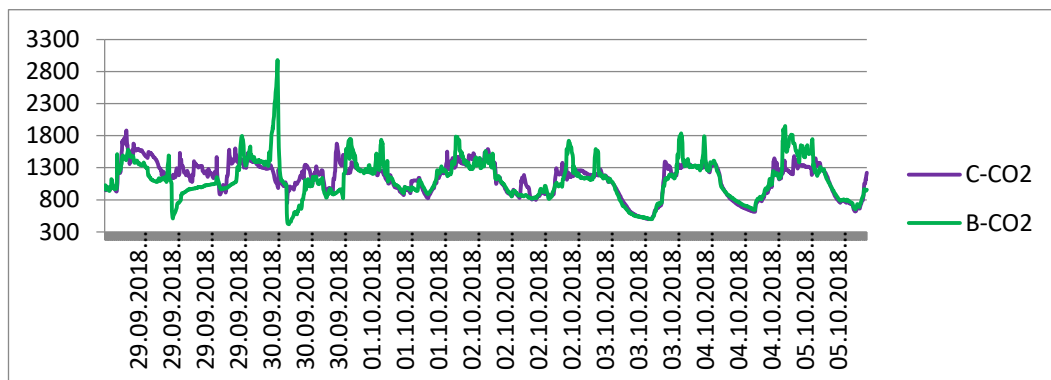
Tabulka 6: Koncentrace CO₂ v ložnicích – domácnost 1



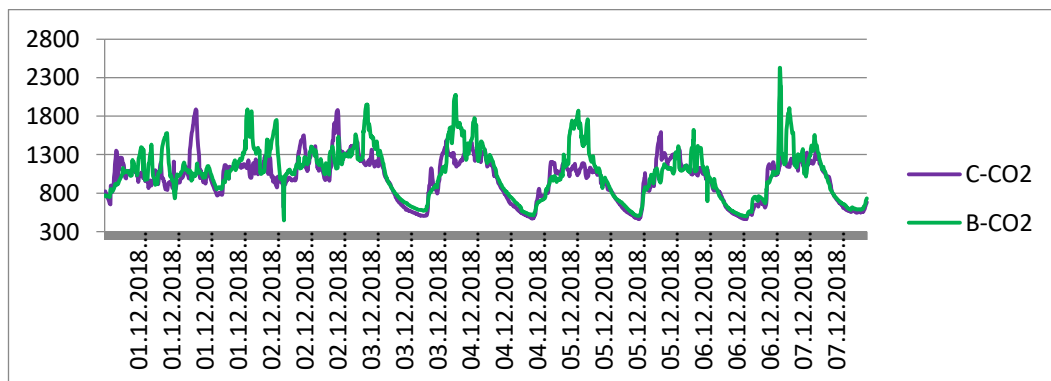
Graf 27: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 1, duben 2018



Graf 28: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 1, červen 2018



Graf 29: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 1, říjen 2018



Graf 30: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 1, prosinec 2018

5.4.2.2 Domácnost 2 – Koncentrace CO₂ a mikroklima ložnic

Měření se odehrálo v jedné ložnici v dubnu, červnu, září a prosinci. Měření B proběhlo na vhodně zvoleném místě a měření C bylo experimentální, snímací zařízení se umístilo k oknu na průvan.

V Tabulce 8 u měření B jsou zaznamenány mediánové hodnoty za chladnější měsíce – duben 18 °C, září 19,9 °C, za měsíc prosinec dokonce 17,7 °C. Pro pobytové místnosti se doporučuje teplota vyšší, ale obyvatelka místnost využívá pouze na přespání a proto preferuje nižší teploty.

| Teplota v ložnicích | | | | | |
|---------------------|---------|-------|--------|------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | červen | září | prosinec |
| medián | B | 18,0 | 23,4 | 19,9 | 17,7 |
| | C | 18,1 | 22,6 | 18,7 | 16,7 |
| minimum | B | 16,2 | 18,9 | 17,1 | 15,7 |
| | C | 14,4 | 17,2 | 11,8 | 11,8 |
| maximum | B | 21,8 | 26,5 | 24,5 | 20,2 |
| | C | 22,4 | 27,1 | 24,6 | 20,4 |

Tabulka 7: Teplota v ložnicích – domácnost 2

Tabulka 9 ukazuje měřenou vlhkost. Maximální naměřená relativní vlhkost u měření B, byla v červnu 77,6 %. Mediánové hodnoty se ve všech měřených měsících pohybovaly od 48-58,1 % relativní vlhkosti. Obyvatelka neuvedla výskyt plísní a výsledky tomu odpovídají.

| Vlhkost v ložnicích | | | | | |
|---------------------|---------|-------|--------|------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | červen | září | prosinec |
| medián | B | 52,7 | 58,1 | 48,0 | 53,1 |
| | C | 52,9 | 60,1 | 49,6 | 55,2 |
| minimum | B | 31,7 | 49,5 | 36,9 | 42,1 |
| | C | 33,5 | 33,6 | 33,6 | 43,3 |
| maximum | B | 61,6 | 77,6 | 62,4 | 60,6 |
| | C | 62,1 | 78,4 | 79,6 | 61,7 |

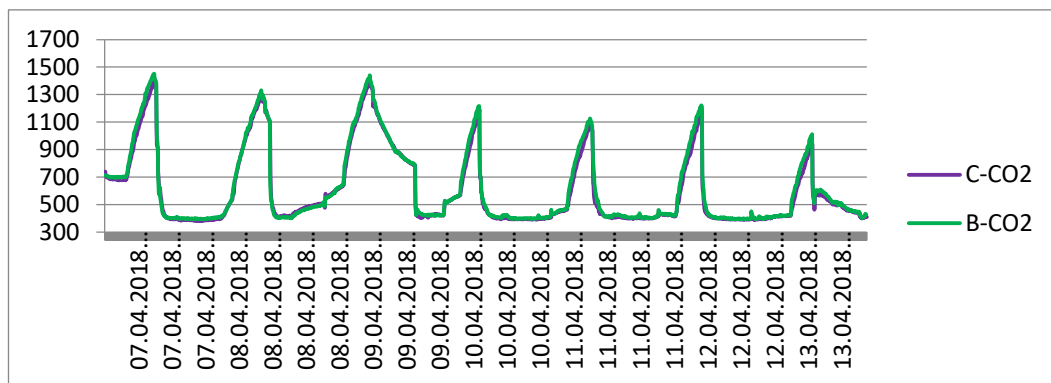
Tabulka 8: Vlhkost v ložnicích – domácnost 2

Tabulka 7 ukazuje hodnoty koncentrace CO₂. U měření B se hodnoty mediánu koncentrace CO₂ pohybují od 465-693 ppm. Ložnice je využívána pouze na přespání a Grafy 31-34 vypodobňují pravidelný růst koncentrace CO₂ přes noc a následný pokles po probuzení. V ložnici pobývá jedna osoba, což má na koncentraci CO₂ příznivý vliv a maximální hodnoty koncentrace CO₂ téměř nepřesahují doporučovanou hladinu 1 500 ppm. K přesáhnutí došlo v jednom případě v září, a to minimálně na 1 531 ppm. Graf 32 ukazuje průběh koncentrace CO₂ v červnu, kdy bylo pravděpodobně otevřené okno, protože maximální hodnoty se pohybují do 700 ppm. V Grafu 33 je vidět, jaká nastala změna v křivce koncentrace CO₂ během týden, kdy se na začátku koncentrace CO₂ pohybovala do 700 ppm a později koncentrace CO₂ začala pravidelně růst. Nárůst se zvýšil až na hodnoty kolem 1 300 ppm, což značí, že už nebylo okno stále otevřené.

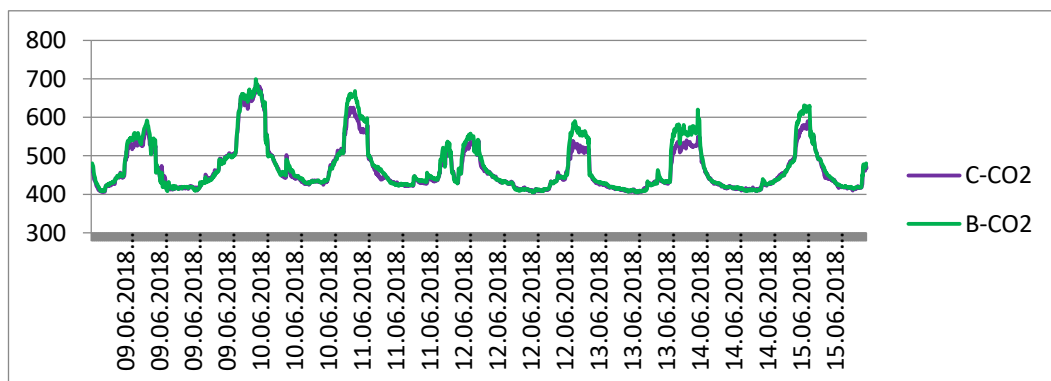
Již bylo zmíněno, že v ložnici proběhla dvě měření naráz. Přístroj B byl správně umístěn a přístroj C se naopak nacházel u okna, kde během větrání docházelo ke značnému průvanu – viz Tabulku 8: Teplota v ložnicích, kde si je možno povšimnout teplotních rozdílů. V Tabulce 7 a Grafech 31-34 lze vidět, že umístění přístrojů nemělo na koncentraci CO₂ značný vliv. Největší rozdíl nastal v prosinci, kdy u měření B byla maximální koncentrace CO₂ 1 436 ppm a u měření C 1 367 ppm.

| Koncentrace CO ₂ v ložnicích | | | | | |
|---|---------|-------|--------|------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | červen | září | prosinec |
| medián | B | 465 | 442 | 530 | 693 |
| | C | 461 | 441 | 514 | 645 |
| modus | B | 399 | 419 | 519 | 570 |
| | C | 394 | 431 | 405 | 569 |
| minimum | B | 393 | 405 | 391 | 375 |
| | C | 381 | 404 | 393 | 360 |
| maximum | B | 1452 | 699 | 1531 | 1436 |
| | C | 1421 | 689 | 1533 | 1367 |

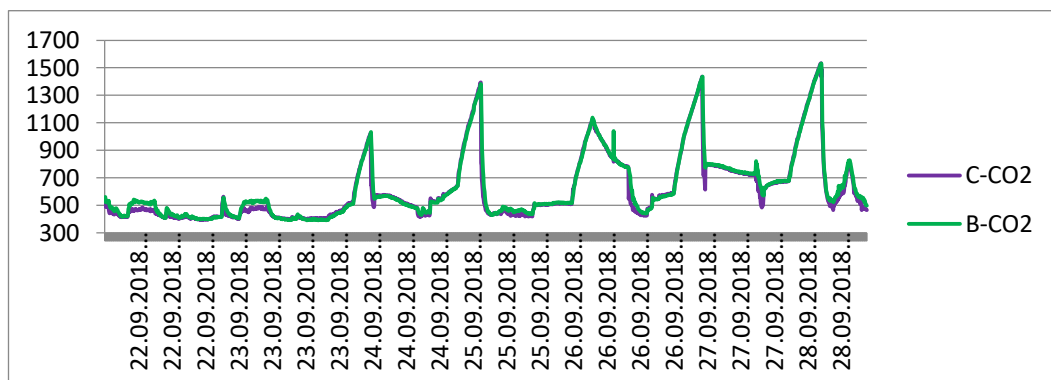
Tabulka 9: Koncentrace CO₂ v ložnicích – domácnost 2



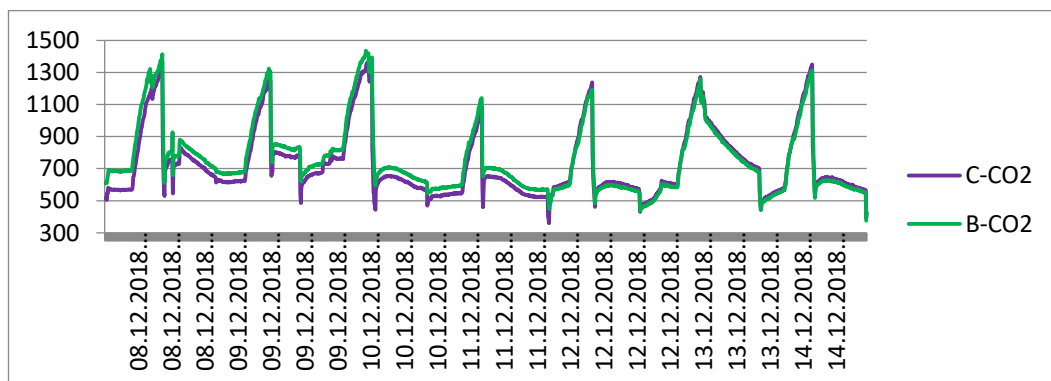
Graf 31: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 2, duben 2018



Graf 32: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 2, červen 2018



Graf 33: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 2, září 2018



Graf 34: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 2, prosinec 2018

5.4.2.3 Domácnost 3 – Koncentrace CO₂ a mikroklima ložnic

Měření proběhlo ve dvou ložnicích v květnu, červnu, září, listopadu, prosinci a únoru. Místnost B slouží jako ložnice a Místnost C je víceúčelovým pokojem.

Tabulka 11 uvádí naměřené teploty v těchto ložnicích. Hodnoty mediánu teplot ukazují, že naměřené teploty v místnostech odpovídají doporučeným hodnotám. V únoru u měření C je hodnota mediánu 19,5 °C, což je na hranici doporučené teploty v zimním období, zde se navíc jedná o víceúčelový pokoj.

| Teplota v ložnicích | | | | | | | |
|---------------------|---------|--------|--------|------|----------|----------|------|
| hodnota | ložnice | květen | červen | září | listopad | prosinec | únor |
| medián | B | 21,3 | 20,8 | 22,3 | 20,7 | 20,2 | 19,6 |
| | C | 22,9 | 22,8 | 23,0 | 21,6 | 21,3 | 19,5 |
| minimum | B | 19,6 | 19,3 | 20,7 | 17,3 | 18,1 | 17,7 |
| | C | 20,9 | 21,7 | 22,1 | 19,5 | 20,3 | 18,0 |
| maximum | B | 22,4 | 24,4 | 23,2 | 24,2 | 24,2 | 21,1 |
| | C | 23,8 | 26,3 | 24,3 | 24,0 | 22,8 | 20,6 |

Tabulka 10: Teplota v ložnicích – domácnost 3

Tabulka 12 popisuje, jak se v daných místnostech mění relativní vlhkost. V pokoji C je relativní vlhkost celoročně nižší než v místnosti B. Přesto v místnosti C obyvatelka uvedla, že se s plísní setkala, a to minimálně v rohu místnosti v měsíci listopadu. Mediánové hodnoty pro tento pokoj jsou v tomto měsíci nejvyšší a činí 56 % relativní vlhkosti.

| Vlhkost v ložnicích | | | | | | | |
|---------------------|---------|--------|--------|------|----------|----------|------|
| hodnota | ložnice | květen | červen | září | listopad | prosinec | únor |
| medián | B | 50,9 | 55,5 | 56,7 | 57,9 | 53,9 | 55,0 |
| | C | 43,8 | 48,2 | 51,1 | 56,0 | 50,8 | 52,4 |
| minimum | B | 42,1 | 42,3 | 43,4 | 46,4 | 47,6 | 46,7 |
| | C | 36,0 | 37,0 | 37,0 | 43,3 | 32,9 | 31,1 |
| maximum | B | 61,7 | 65,1 | 64,1 | 66,6 | 65,0 | 63,0 |
| | C | 53,9 | 53,9 | 53,9 | 53,9 | 61,9 | 56,9 |

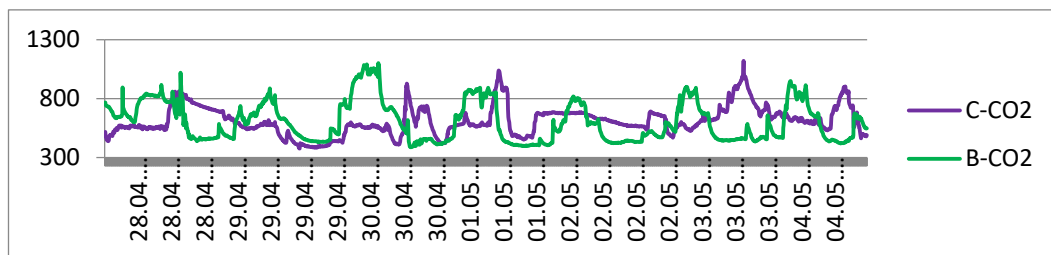
Tabulka 11: Vlhkost v ložnicích – domácnost 3

Z Tabulky 10 se nechá vyčíst, jak se lišila koncentrace CO₂ mezi dvěma ložnicemi jedné domácnosti, průběh týdenní koncentrace CO₂ je vykreslen v Grafech 35-40. Ložnice B slouží pouze na přespaní a v Grafech 35-40 je vidět pravidelný režim ve všech měsících. Oproti tomu ložnice C, která slouží jako víceúčelový pokoj, má nepravidelnou křivku koncentrace CO₂, např. u Grafu 35 se nachází vrcholy hodnot koncentrace CO₂ v podobných časech jako u pokoje B, ale pokles koncentrace CO₂ netrvá u obou ložnic stejně dlouhou dobu. V Grafu 39, na začátku týdne u měření C, jsou vidět vysoké hodnoty koncentrace CO₂ – až 3 500 ppm. Během týdne se koncentrace CO₂ drží na stejné hladině a později křivka vzroste, ale maxima jsou nižší než na začátku týdne – kolem 2 300 ppm. Na začátku týdne byli v ložnici C dvě osoby, během týdne nikdo a na konci osoba jedna. V ložnici B měla křivka koncentrace CO₂ stále stejný charakter.

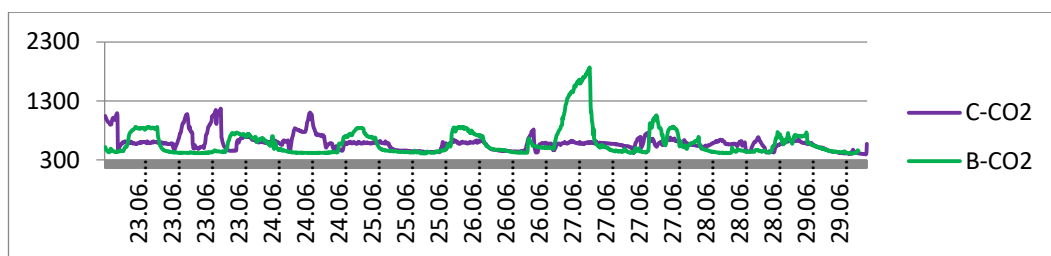
V Tabulce 10 lze vidět, že za únor v ložnici B, byly naměřené hodnoty mediánu 1 556 ppm, což přesahuje doporučené hodnoty koncentrace CO₂. Maximální hodnoty koncentrace CO₂ přesahovaly doporučené hodnoty i v červnu, listopadu, prosinci a únoru. Největší maximální hodnota koncentrace CO₂ byla 4 202 ppm za únor. V ložnici C maximální doporučenou hodnotu přesahovaly maximální hodnoty v listopadu, prosinci a únoru. Největšího maxima se dosáhlo v prosinci hodnotou 3 489 ppm.

| Koncentrace CO ₂ v ložnicích | | | | | | | |
|---|---------|--------|--------|------|----------|----------|------|
| hodnota | ložnice | květen | červen | září | listopad | prosinec | únor |
| medián | B | 556 | 481 | 489 | 1107 | 1275 | 1556 |
| | C | 588 | 581 | 535 | 1131 | 1119 | 1256 |
| modus | B | 435 | 421 | 435 | 1009 | 1047 | 1039 |
| | C | 559 | 590 | 451 | 1000 | 1066 | 1120 |
| minimum | B | 388 | 409 | 403 | 404 | 489 | 483 |
| | C | 376 | 396 | 419 | 711 | 602 | 324 |
| maximum | B | 1101 | 1870 | 933 | 3115 | 2506 | 4202 |
| | C | 1159 | 1262 | 925 | 2245 | 3489 | 2126 |

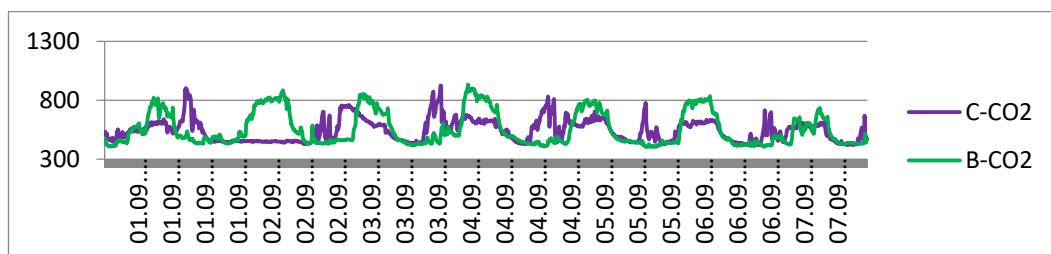
Tabulka 12: Koncentrace CO₂ v ložnicích – domácnost 3



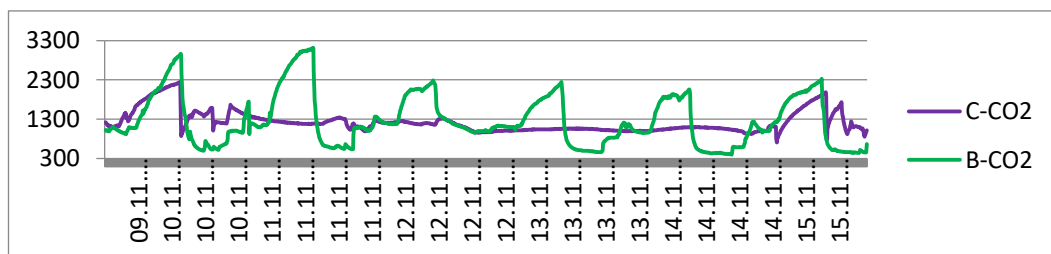
Graf 35: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 3, květen 2018



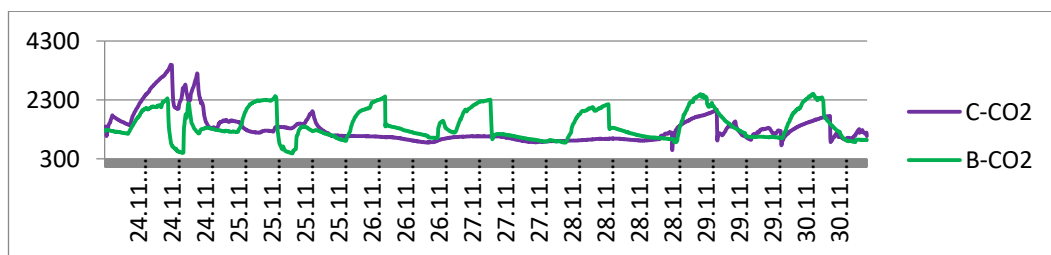
Graf 36: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 3, červen 2018



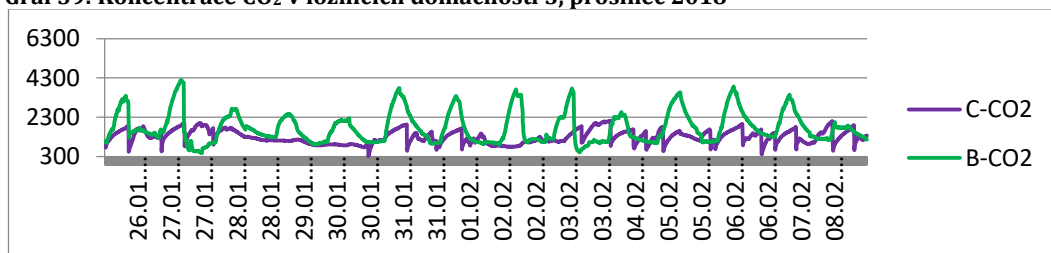
Graf 37: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 3, září 2018



Graf 38: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 3, listopad 2018



Graf 39: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 3, prosinec 2018



Graf 40: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 3, únor 2019

5.4.2.4 Domácnost 4 – Koncentrace CO₂ a mikroklima ložnic

Měření se konalo v jedné ložnici dané domácnosti v dubnu, červnu, říjnu a prosinci. Do místnosti, která slouží pouze k přespaní, se umístily dva přístroje. Přístroj označený B, byl situován na vhodné místo a druhý, označený C, naopak do prostoru dýchací zóny obou respondentů.

V Tabulce 14 je možné vidět, jak se mění teplota v uvedených měsících v jedné ložnici. Zajímavé jsou měsíce říjen, kde hodnoty mediánu u měření B činí 22,9 °C a maximální hodnoty jsou 24,9 °C, v prosinci jsou hodnoty mediánu 23,6 °C a maximální hodnoty až 24,7 °C. Hodnoty překračují maximální doporučené teploty a v místnosti hrozí přetopování. Dle dotazování obyvatelka (84 let) preferuje větší teplo a trpí zimomřivostí. Místnost však slouží pouze jako ložnice, u kterých se pro kvalitní spánek doporučuje nižší teplota.

| Teplota v ložnicích | | | | | |
|---------------------|---------|-------|----------|-------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | červenec | říjen | prosinec |
| medián | B | 22,2 | 21,6 | 22,9 | 23,6 |
| | C | 22,4 | 21,5 | 22,7 | 22,4 |
| minimum | B | 19,3 | 20,8 | 21,6 | 21,2 |
| | C | 19,8 | 20,6 | 20,3 | 21,1 |
| maximum | B | 23,7 | 23,5 | 24,9 | 24,7 |
| | C | 24,1 | 23,6 | 24,6 | 23,3 |

Tabulka 13: Teplota v ložnicích – domácnost 4

Tabulka 15 ukazuje relativní vlhkost v ložnici. Mediánové hodnoty se ve všech měsících pohybují od 47-49,8 % relativní vlhkosti.

| Vlhkost v ložnicích | | | | | |
|---------------------|---------|-------|----------|-------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | červenec | říjen | prosinec |
| medián | B | 49,8 | 48,0 | 47,9 | 47,0 |
| | C | 48,7 | 47,0 | 48,5 | 49,3 |
| minimum | B | 29,7 | 31,2 | 35,4 | 41,5 |
| | C | 32,2 | 37,0 | 37,0 | 43,7 |
| maximum | B | 57 | 65,9 | 55,3 | 51 |
| | C | 54,6 | 64,3 | 52,6 | 53,4 |

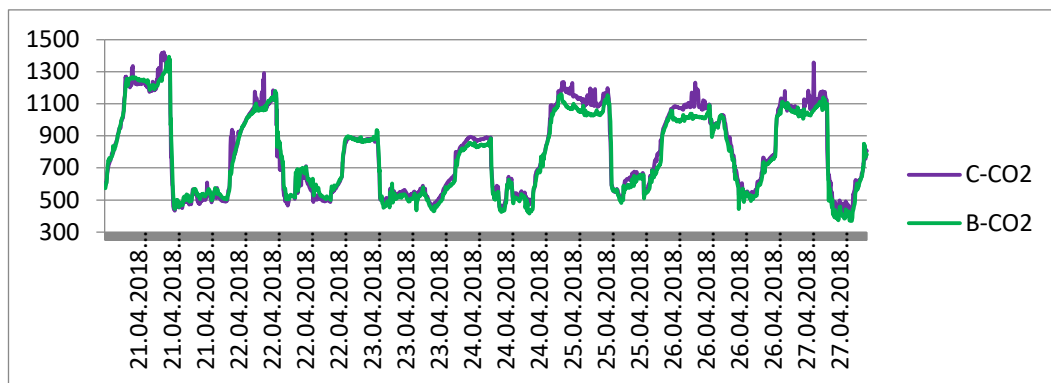
Tabulka 14: Vlhkost v ložnicích – domácnost 4

Tabulka 13 zobrazuje koncentraci CO₂ a Grafy 41-44 průběh blíže charakterizují. Hodnoty koncentrace CO₂ u měření B přesahují doporučené limity u maximálních hodnot v červenci a prosinci. V prosinci se dosáhlo celkové maximální hodnoty z celého měření – 2 489 ppm. Obyvatelé ložnice spí s otevřenými dveřmi do dalších místností, přesto jsou hodnoty mediánu vysoké. Vyvětráním před spaním by se mohlo dosáhnout většího snížení koncentrace CO₂. V Grafech 41-43 je pravidelná křivka rostoucí a klesající koncentrace CO₂, kde lze vyčíst, že v dubnu, červenci i v říjnu docházelo k větrání na venkovní hodnoty koncentrace CO₂. V Grafu 44, který značí průběh v prosinci, lze vyčíst zvyšování koncentrace CO₂ typické pro noc, ale ke snížení během dne již nedochází, jako tomu bylo v předešlých měsících – viz Grafy 41-43. Vzhledem teplotám, které se nachází v Tabulce 14, by větrání mohlo být častější a intenzivnější.

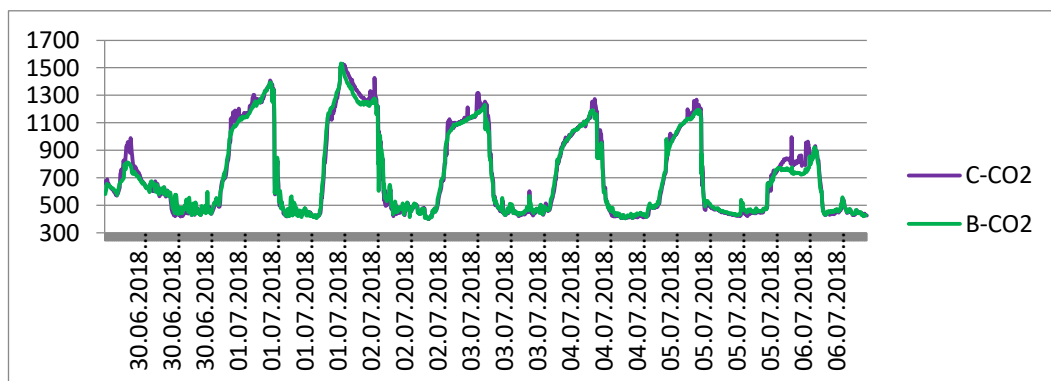
Měření B proběhlo na vhodně zvoleném místě a měření C bylo experimentální, přístroj byl umístěn blízko dýchací zóny. Výsledky obou měření se od sebe příliš neliší, nejvíce však v prosinci u maximálního měření, kdy byla u měření B naměřena hodnota 2 489 ppm a u měření C 3 003 ppm.

| Koncentrace CO ₂ v ložnicích | | | | | |
|---|---------|-------|----------|-------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | červenec | říjen | prosinec |
| medián | B | 752 | 595 | 799 | 1359 |
| | C | 769 | 586 | 827 | 1414 |
| modus | B | 526 | 464 | 423 | 1455 |
| | C | 881 | 447 | 402 | 1445 |
| minimum | B | 369 | 401 | 388 | 669 |
| | C | 395 | 401 | 372 | 741 |
| maximum | B | 1394 | 1531 | 1427 | 2489 |
| | C | 1422 | 1529 | 1421 | 3003 |

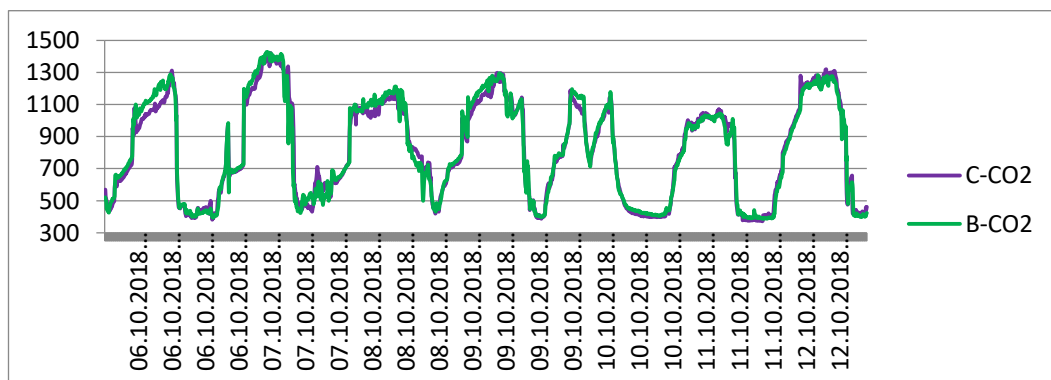
Tabulka 15: Koncentrace CO₂ v ložnicích – domácnost 4



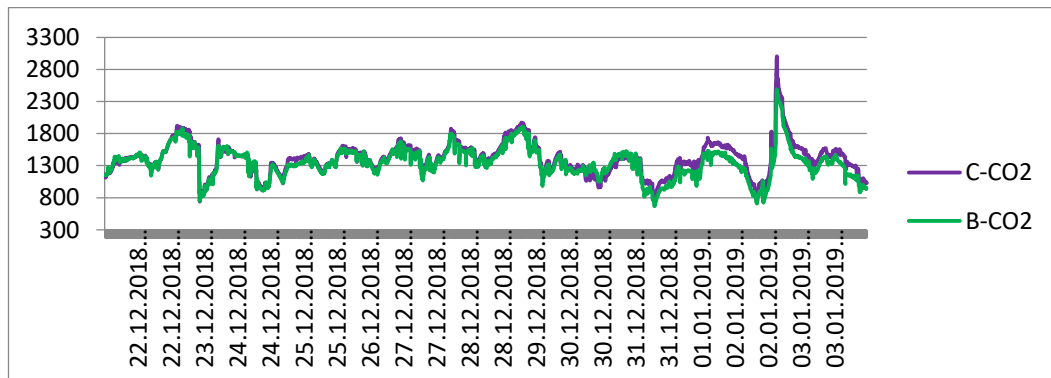
Graf 41: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 4, duben 2018



Graf 42: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 4, červenec 2018



Graf 43: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 4, říjen 2018



Graf 44: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 4, prosinec 2018

5.4.2.5 Domácnost 5 – Koncentrace CO₂ a mikroklima ložnic

Měření se odehrálo ve dvou ložnicích jedné domácnosti v březnu, červnu, září, listopadu a lednu. Ani jedna z ložnic neslouží jako víceúčelový pokoj a obě ložnice mají stejný rozměr.

Z Tabulky 17 se nechá vyčíst, jak se mění teplota v ložnicích. Mediánové hodnoty se v obou ložnicích pohybují podobně, a to mezi 19,6-22,3 °C. Zajímavé jsou minimální teploty v ložnici B – v listopadu 12,3 °C a v lednu 13,3 °C, které mohly být způsobeny intenzivním větráním.

| Teplota v ložnicích | | | | | | |
|---------------------|---------|--------|--------|------|----------|-------|
| hodnota | ložnice | březen | červen | září | listopad | leden |
| medián | B | 21,1 | 21,8 | 21,6 | 19,6 | 20,2 |
| | C | 19,8 | 22,3 | 21,2 | 20,2 | 20,8 |
| minimum | B | 16,6 | 18,7 | 20,0 | 12,3 | 13,3 |
| | C | 18,8 | 20,6 | 19,4 | 17,5 | 19,3 |
| maximum | B | 22,1 | 23,4 | 22,9 | 20,7 | 21,6 |
| | C | 22,0 | 24,9 | 22,8 | 21,1 | 21,8 |

Tabulka 16: Teplota v ložnicích – domácnost 5

Tabulka 18 znázorňuje relativní vlhkost a některé stojí za vyzdvihnutí. V místnosti B za listopad činí mediánové hodnoty 63,5 % relativní vlhkosti, v místnosti C v březnu 65,8 % a v listopadu 64 % relativní vlhkosti. Hodnoty odpovídají informacím od respondentů, kteří uvedli, že se v obou ložnicích setkávají s plísní. Plísně se vyskytují kolem oken a v místě překladu.

| Vlhkost v ložnicích | | | | | | |
|---------------------|---------|--------|--------|------|----------|-------|
| hodnota | ložnice | březen | červen | září | listopad | leden |
| medián | B | 56,6 | 56,2 | 58,3 | 63,5 | 49,0 |
| | C | 65,8 | 57,0 | 59,4 | 64,0 | 44,4 |
| minimum | B | 39,0 | 39,6 | 46,2 | 45,8 | 35,5 |
| | C | 50,1 | 45,9 | 45,9 | 47,8 | 41,6 |
| maximum | B | 67,7 | 65,5 | 74,2 | 73,4 | 57,1 |
| | C | 73,5 | 67,0 | 71,5 | 77,7 | 58,2 |

Tabulka 17: Vlhkost v ložnicích – domácnost 5

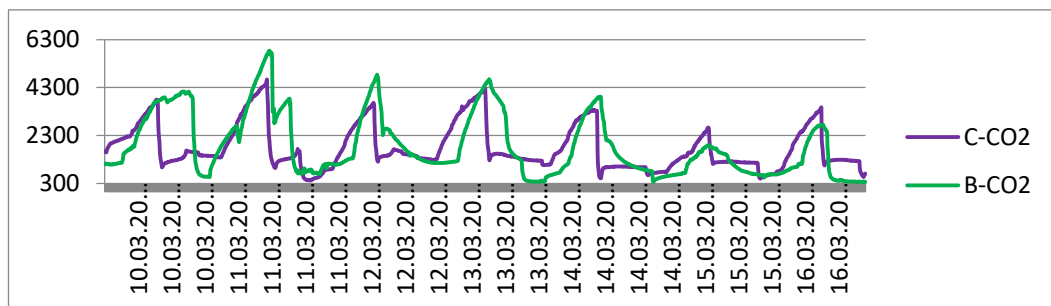
V Tabulce 16 je možné vyčíst, jak se mění koncentrace CO₂ obou ložnic. Grafy 45-49 tuto koncentraci vykreslují. Doporučované hodnoty jsou přesahovány v obou ložnicích ve všech měsících kromě ložnice C v lednu, ale v této době v ložnici už nikdo nepobýval. V ložnici B k největším maximům došlo v březnu (5 846 ppm), září (4 617) a v listopadu (4 944 ppm). Ložnice C má výsledky lepší a největší naměřené hodnoty byl v březnu (4 636 ppm) a v listopadu (4 151 ppm).

Ložnice mají stejný rozměr a v obou spí dvě osoby. Z toho důvodu jsou zajímavé Grafy 45 a 48. V ložnici B jsou většinou vrcholy maximální koncentrace CO₂ o trochu vyšší, což může být způsobeno tím, že ložnice C nemá do sousedního pokoje dveře a vzduch může více cirkulovat. V Grafu 47 lze vidět, jak se mění koncentrace CO₂ při otevřeném a zavřeném okně. V ložnici B koncentrace CO₂ pravidelně roste na hodnoty 4 300 ppm a v ložnici C je maximální koncentrace CO₂ 1 197 ppm – viz Tabulku 16.

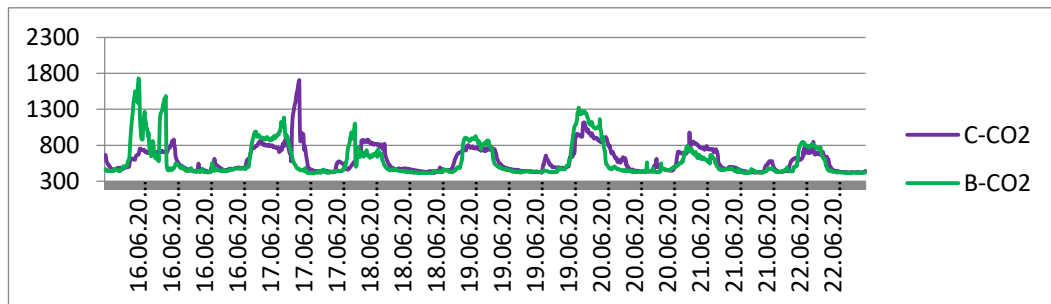
V lednu ložnici C nikdo neobýval, přesto maximální hodnoty CO₂ jsou 1 166 ppm – viz Tabulku 16. V Grafu 49 hodnoty koncentrace CO₂ různě kolísají od 500 ppm do 1 100 ppm.

| Koncentrace CO ₂ v ložnicích | | | | | | |
|---|---------|--------|--------|------|----------|-------|
| hodnota | ložnice | březen | červen | září | listopad | leden |
| medián | B | 1372 | 466 | 531 | 1081 | 771 |
| | C | 1451 | 515 | 558 | 1485 | 750 |
| modus | B | 379 | 433 | 451 | 812 | 579 |
| | C | 985 | 438 | 438 | 1309 | 748 |
| minimum | B | 372 | 412 | 409 | 410 | 309 |
| | C | 427 | 416 | 417 | 414 | 518 |
| maximum | B | 5846 | 1729 | 4617 | 4944 | 1998 |
| | C | 4636 | 1705 | 1197 | 4151 | 1166 |

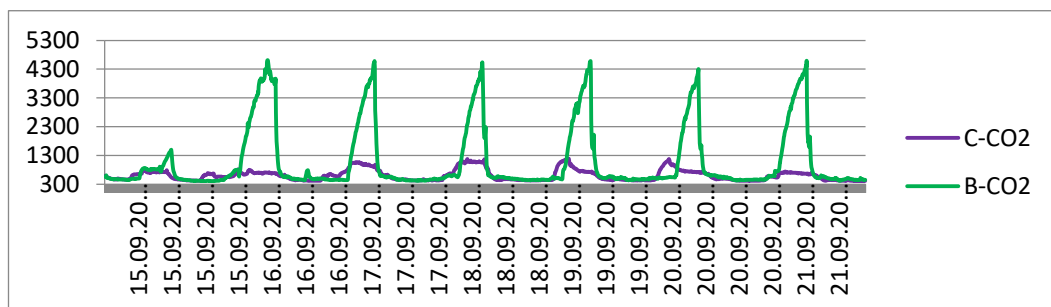
Tabulka 18: Koncentrace CO₂ v ložnicích – domácnost 5



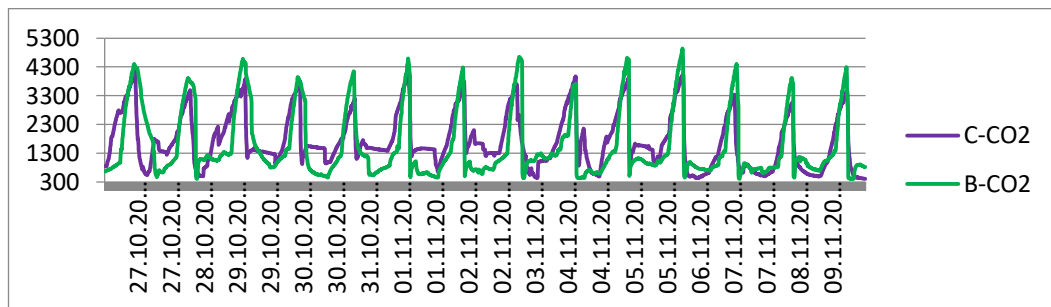
Graf 45: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 5, březen 2018



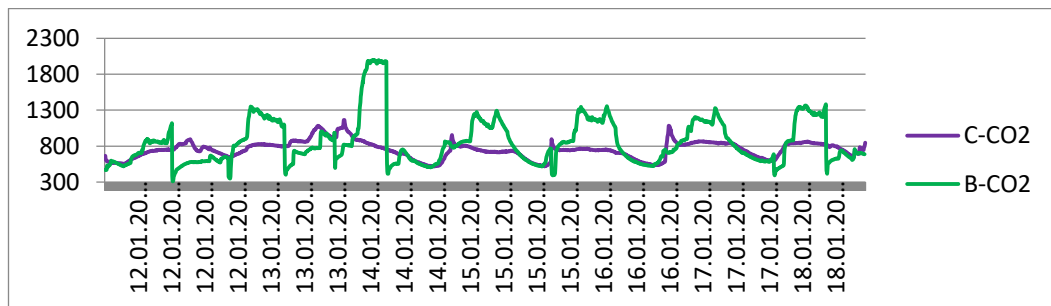
Graf 46: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 5, červen 2018



Graf 47: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 5, září 2018



Graf 48: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 5, listopad 2018



Graf 49: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 5, leden 2019

5.4.2.6 Domácnost 6 – Koncentrace CO₂ a mikroklima ložnic

Měření proběhlo ve dvou ložnicích jedné domácnosti, ložnice B má funkci ložnice a ložnice C víceúčelového pokoje.

Tabulka 20 uvádí naměřenou teplotu. Během topné sezóny se pokoj B vytápí na nízké teploty, ukázkou jsou naměřené mediánové hodnoty za březen 19,5 °C, listopad 18,9 °C a leden 18,4 °C. Místnost však slouží pouze jako ložnice, ve kterých se doporučují spíše nižší teploty. V místnosti C, která slouží jako víceúčelový pokoj, jsou mediánové hodnoty teplot v topném období vyšší.

| Teplota v ložnicích | | | | | | |
|---------------------|---------|--------|--------|------|----------|-------|
| hodnota | ložnice | březen | květen | září | listopad | leden |
| medián | B | 19,5 | 22,6 | 23,4 | 18,9 | 18,4 |
| | C | 20,7 | 22,6 | 23,4 | 20,9 | 20,6 |
| minimum | B | 14,3 | 20,9 | 21,4 | 16,1 | 11,4 |
| | C | 19,7 | 21,5 | 22,9 | 20,0 | 19,3 |
| maximum | B | 20,9 | 23,6 | 23,9 | 21,1 | 20,0 |
| | C | 22,4 | 23,9 | 24,4 | 22,2 | 22,2 |

Tabulka 19: Teplota v ložnicích – domácnost 6

Z Tabulky 21 se nechá dočíst, jaká byla vlhkost v ložnicích. V ložnici B se mediánové hodnoty relativní vlhkosti pohybují od 44,3 do 48,1 %, v místnosti C od 38,2 % do 49,9 %.

| Vlhkost v ložnicích | | | | | | |
|---------------------|---------|--------|--------|------|----------|-------|
| hodnota | ložnice | březen | květen | září | listopad | leden |
| medián | B | 45,1 | 47,9 | 48,7 | 48,1 | 44,3 |
| | C | 38,6 | 48,3 | 49,9 | 45,0 | 38,2 |
| minimum | B | 27,6 | 30,7 | 41,9 | 29,5 | 26,4 |
| | C | 31,3 | 41,1 | 41,1 | 37,9 | 26,6 |
| maximum | B | 51,2 | 58,6 | 59,0 | 57 | 50,7 |
| | C | 42,8 | 60,1 | 63,9 | 55,4 | 45,9 |

Tabulka 20: Vlhkost v ložnicích – domácnost 6

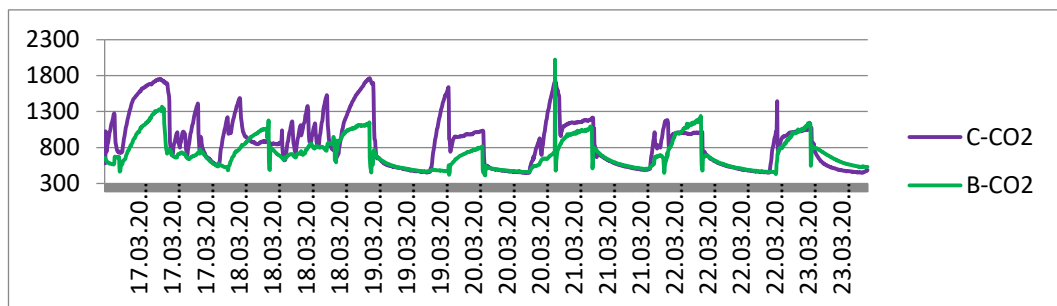
Tabulka 22 zobrazuje koncentrace CO₂ v obou ložnicích v březnu, květnu, září, listopadu a lednu. Grafy 50-54 představují průběh koncentrace CO₂ a graficky ho rozlišují v obou ložnicích. V Tabulce 19 lze vyčíst, že kromě měření v září v ložnici B, byly doporučované limity pro maximální koncentraci CO₂ přesaženy ve všech měřených měsících. K největšímu maximu v ložnici B došlo v březnu (2 022 ppm) a v ložnici C v listopadu (2 150 ppm).

V Grafech 50-54 má ložnice B charakteristickou křivku koncentrace CO₂ pro ložnice, kdy v noci koncentrace stoupá, po odchodu z ložnice klesá, celý den se drží na nízkých hodnotách a v noci postupně zase narůstá. V Grafech 50, 53 a 54 je u ložnice C stejný průběh stoupání a klesání koncentrace CO₂. V první části týdne koncentrace CO₂ nepravidelně kolísá, což je způsobeno nepravidelným celodenním pobytem v místnosti, jelikož se jedná o víkend. V týdnu denní křivka klesá, což je způsobeno odchodem z místnosti a vyvětráním po probuzení. Poté koncentrace narůstá, klesne a zase naroste. To je způsobeno příchodem, vyvětráním před spánkem a zavřeným oknem během noci.

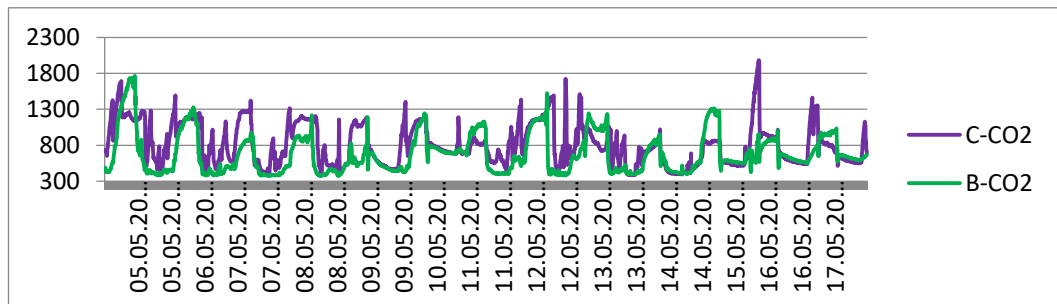
Graf 52 ukazuje koncentrace CO₂ v září, kdy v ložnici B byly maximální hodnoty kolem 1 200 ppm, nižší pravděpodobně kvůli otevřenému oknu a v ložnici C vyšší, protože přes noc bývá okno zavřené. Přes týden v ložnici C se křivka drží pod 800 ppm, protože v pokoji nikdo nepobýval.

| Koncentrace CO ₂ v ložnicích | | | | | | |
|---|---------|--------|--------|------|----------|-------|
| hodnota | ložnice | březen | květen | září | listopad | leden |
| medián | B | 669 | 605 | 568 | 639 | 761 |
| | C | 852 | 759 | 588 | 830 | 842 |
| modus | B | 460 | 410 | 469 | 551 | 502 |
| | C | 461 | 569 | 524 | 999 | 854 |
| minimum | B | 413 | 375 | 417 | 365 | 408 |
| | C | 448 | 384 | 431 | 383 | 375 |
| maximum | B | 2022 | 1766 | 1236 | 1993 | 1969 |
| | C | 1763 | 1981 | 1635 | 2150 | 1860 |

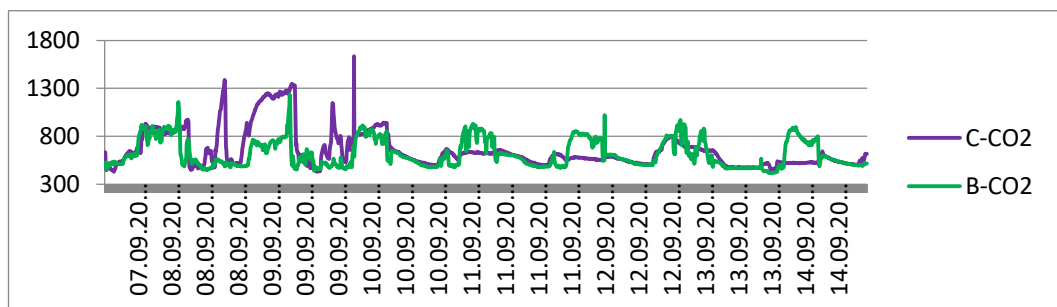
Tabulka 21: Koncentrace CO₂ v ložnicích – domácnost 6



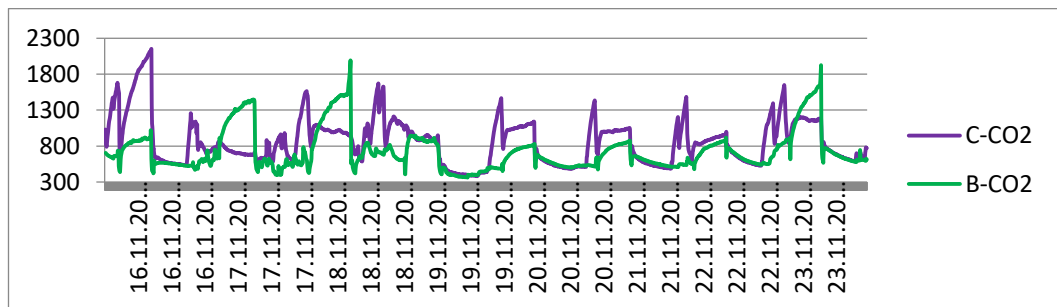
Graf 50: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 6, březen 2018



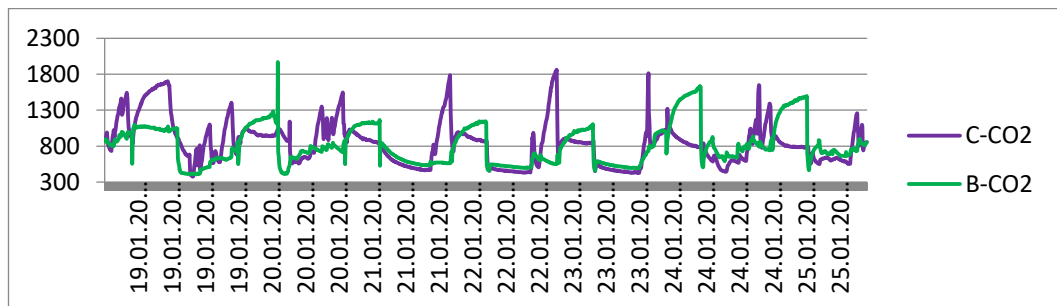
Graf 51: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 6, květen 2018



Graf 52: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 6, září 2018



Graf 53: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 6, listopad 2018



Graf 54: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 6, leden 2019

5.4.2.7 Domácnost 7 – Koncentrace CO₂ a mikroklima ložnic

Měření se konalo ve dvou ložnicích v květnu, říjnu, lednu a únoru. Ložnice B slouží jako ložnice a C je víceúčelovým pokojem. V Tabulce 23 je možné vidět, jak se mění teplota dvou ložnic jedné domácnosti. Pokoj B slouží jako ložnice a pokoj C je víceúčelovým pokojem. Měsíce leden a únor poslouží jako příklad pro topné období. Z tabulky se lze dočíst, že v lednu v místnosti B byla pomocí mediánu určena teplota 18,7 °C a v místnosti C 16,7 °C. V únoru v místnosti B byla naměřena mediánová teplota 19,2 °C v pokoji B a 16,6 °C v pokoji C. Hodnoty ukazují, že jsou obyvatelé vystavováni nízkým teplotám, což v případě pokoje C, který slouží jako víceúčelový pokoj, není vhodné. Zajímavé jsou minimální teploty, které v lednu v místnosti B klesly na 12,9 °C a v místnosti C byly v lednu i únoru 13,6 °C.

| Teplota v ložnicích | | | | | |
|---------------------|---------|--------|-------|-------|------|
| hodnota | ložnice | květen | říjen | leden | únor |
| medián | B | 19,6 | 20,7 | 18,7 | 19,2 |
| | C | 18,7 | 20,9 | 16,7 | 16,6 |
| minimum | B | 17,8 | 19,1 | 12,9 | 14,3 |
| | C | 16,9 | 19,2 | 13,6 | 13,6 |
| maximum | B | 21,2 | 23,6 | 23,1 | 23,7 |
| | C | 21,1 | 24,0 | 20,7 | 21,2 |

Tabulka 22: Teplota v ložnicích – domácnost 7

Tabulka 24 ukazuje naměřenou relativní vlhkost v pokojích. V místnosti C je relativní vlhkost ve všech měsících značně vyšší než v místnosti B. Obyvatelé uvedli, že v místnosti C mají problém s výskytem plísní. Mediánové hodnoty vlhkosti byly nejvyšší v květnu – 59 %, v lednu 62,2 % a v únoru 56,8 %. V těchto měsících s nejvyšší relativní vlhkostí byla naměřena i nízká teplota vzduchu.

| Vlhkost v ložnicích | | | | | |
|---------------------|---------|--------|-------|-------|------|
| hodnota | ložnice | květen | říjen | leden | únor |
| medián | B | 56,4 | 50,7 | 48,1 | 46,1 |
| | C | 59,0 | 51,0 | 62,2 | 56,8 |
| minimum | B | 43,2 | 36,3 | 31,5 | 30,6 |
| | C | 48,9 | 51,4 | 51,4 | 43,3 |
| maximum | B | 64,9 | 56,7 | 54,9 | 59,7 |
| | C | 71,8 | 65,4 | 69,5 | 63,2 |

Tabulka 23: Vlhkost v ložnicích – domácnost 7

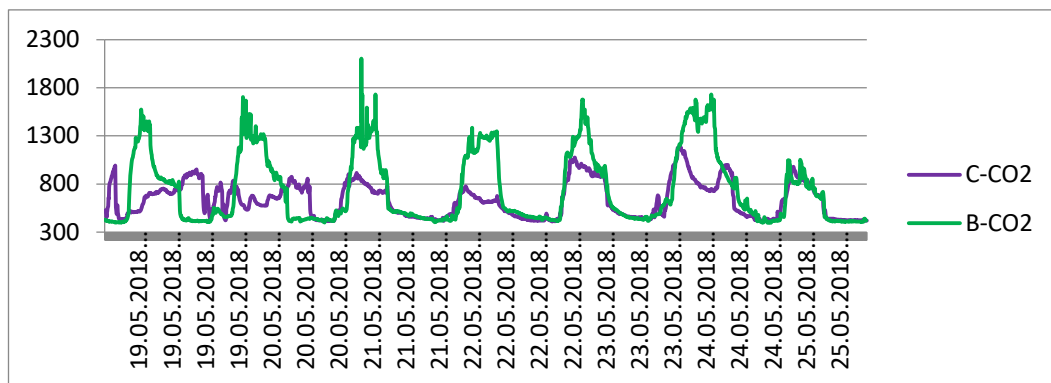
Z Tabulky 25 se nechá vyčíst, jak se měnila koncentrace CO₂ během sledovaných měsíců mezi dvěma ložnicemi. Kromě pokoje C v květnu, došlo k přesáhnutí koncentrace CO₂ ve všech měřeních. V ložnici B se maximální naměřené hodnoty koncentrace CO₂ pohybují mezi 2 102-2 569 ppm. V pokoji C se maximální koncentrace CO₂ pohybují v rozmezí 2 577-3 917 ppm.

Z Grafů 55-58 lze vyčíst, že křivky koncentrace CO₂ pro ložnici B mají pravidelný charakter. V Grafech 57 a 58 za leden a únor probíhá v ložnici B intenzivní větrání.

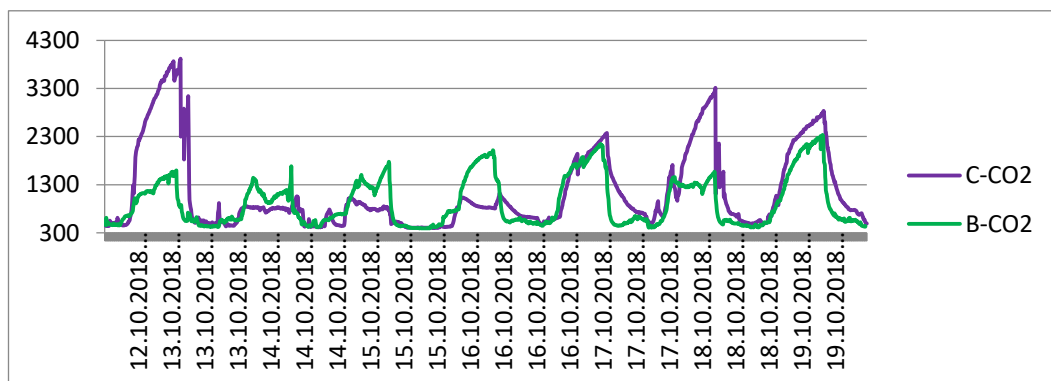
Ložnice C nemá pravidelnou křivku koncentrace CO₂. V Grafech 55 a 58 lze vidět nepravidelné kolísání na začátku grafu, které je pravděpodobně způsobeno víkendem a trávením volného času v místnosti. Poté během týdne křivka dostává pravidelný tvar, typický pro noc a odchod z místnosti. Z Grafu 58 na konci týdne lze vyčíst, že v místnosti nikdo nepobýval.

| Koncentrace CO ₂ v ložnicích | | | | | |
|---|---------|--------|-------|-------|------|
| hodnota | ložnice | květen | říjen | leden | únor |
| medián | B | 537 | 693 | 1250 | 979 |
| | C | 612 | 809 | 1319 | 1076 |
| modus | B | 417 | 432 | 1718 | 737 |
| | C | 423 | 408 | 879 | 644 |
| minimum | B | 397 | 392 | 348 | 315 |
| | C | 406 | 402 | 517 | 459 |
| maximum | B | 2102 | 2336 | 2569 | 2218 |
| | C | 1185 | 3917 | 3364 | 2577 |

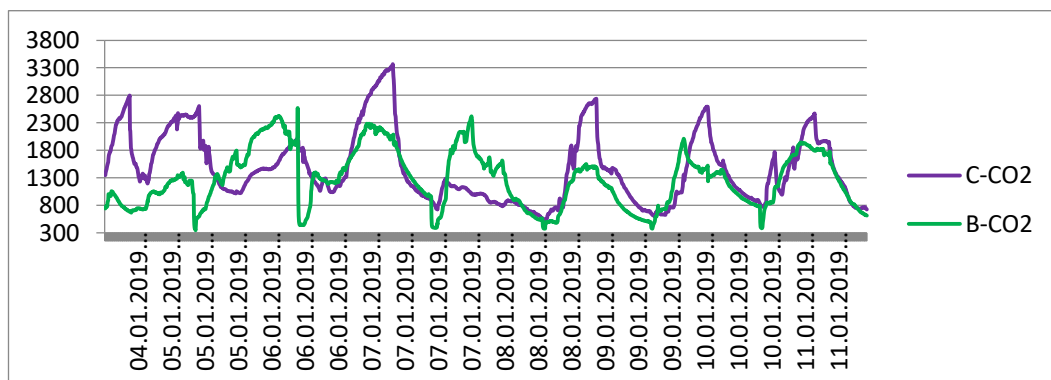
Tabulka 24: Koncentrace CO₂ v ložnicích – domácnost 7



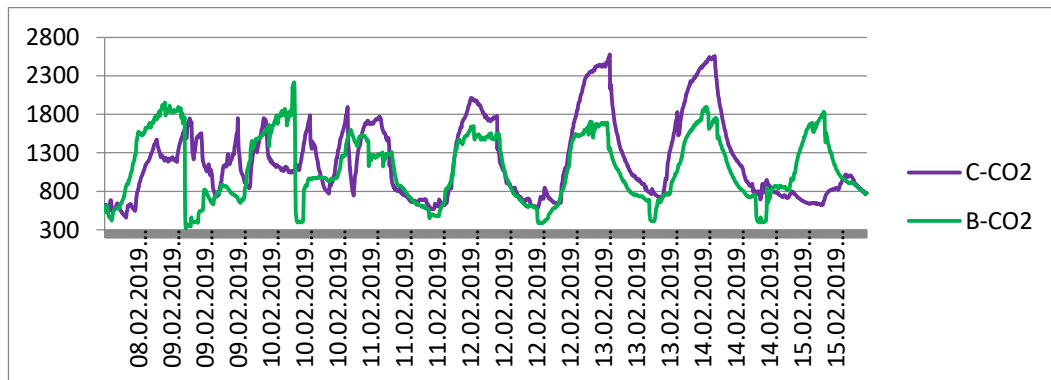
Graf 55: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 7, květen 2018



Graf 56: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 7, říjen 2018



Graf 57: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 7, leden 2019



Graf 58: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 7, únor 2019

5.4.2.8 Domácnost 8 – Koncentrace CO₂ a mikroklima ložnic

Měření se uskutečnilo ve dvou ložnicích v dubnu, květnu, říjnu a prosinci. Sběr dat proběhl v ložnici označenou B a ve víceúčelovém pokoji C.

Tabulka 26 zobrazuje teplotní změny ve dvou ložnicích. Zajímavé hodnoty ukazuje medián v květnu, a to v místnosti B teplotu 26,3 °C a v místnosti C 27,4 °C, teploty jsou vyšší, než je doporučováno.

| Teplota v ložnicích | | | | | |
|---------------------|---------|-------|--------|-------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | květen | říjen | prosinec |
| medián | B | 21,8 | 26,3 | 21,7 | 20,4 |
| | C | 23,8 | 27,4 | 23,8 | 22,8 |
| minimum | B | 18,6 | 23,5 | 18,8 | 16,6 |
| | C | 18,1 | 24,2 | 20,2 | 18,0 |
| maximum | B | 25,0 | 27,9 | 24,3 | 23,1 |
| | C | 26,4 | 28,7 | 26,9 | 25,7 |

Tabulka 25: Teplota v ložnicích – domácnost 8

Z Tabulky 27 se lze dozvědět, jak se lišila vlhkost obou ložnic. Nejvyšší mediánové hodnoty měly ložnice v květnu a říjnu. V květnu byla relativní vlhkost v ložnici B 46 % a v ložnici C 47 %, v říjnu v ložnici B 45,4 % a v ložnici C 41,3 %.

| Vlhkost v ložnicích | | | | | |
|---------------------|---------|-------|--------|-------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | květen | říjen | prosinec |
| medián | B | 41,2 | 46,0 | 45,4 | 39,7 |
| | C | 37,3 | 47,0 | 41,3 | 37,1 |
| minimum | B | 24,0 | 36,9 | 28,9 | 26,5 |
| | C | 22,6 | 26,3 | 26,3 | 21,1 |
| maximum | B | 52,1 | 55,1 | 72,6 | 65,1 |
| | C | 59,6 | 55,0 | 62,1 | 62,7 |

Tabulka 26: Vlhkost v ložnicích – domácnost 8

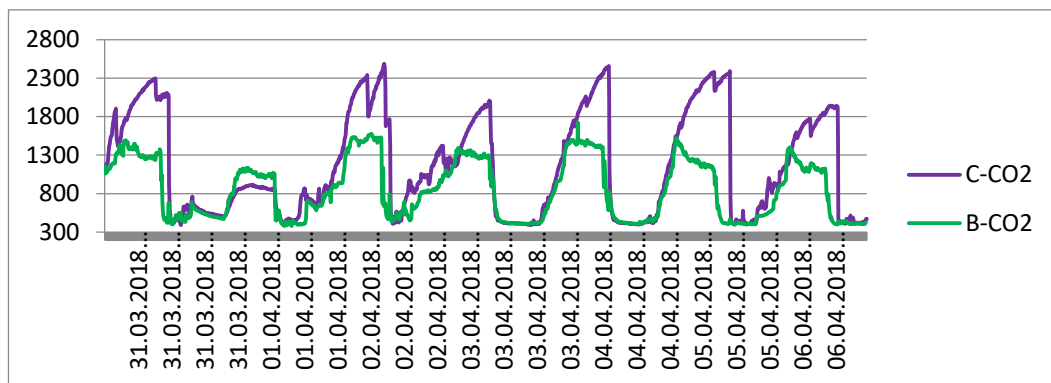
Tabulka 25 popisuje vývoj koncentrací CO₂ v obou ložnicích. Doporučené maximální koncentrace CO₂ se přesáhly v obou ložnicích ve všech měsících. V ložnici B byla nejvyšší maximální hodnota 1 726 ppm a v ložnici C 2 173-2 839 ppm.

Z Grafů 59-62 lze potvrdit, co respondenti uvedli v dotazníkovém šetření, že probíhá pravidelné intenzivní větrání každé ráno v obou ložnicích. Dále je v grafech vidět, že v pokoji C koncentrace CO₂ stoupá do vyšších hodnot, než u pokoje B.

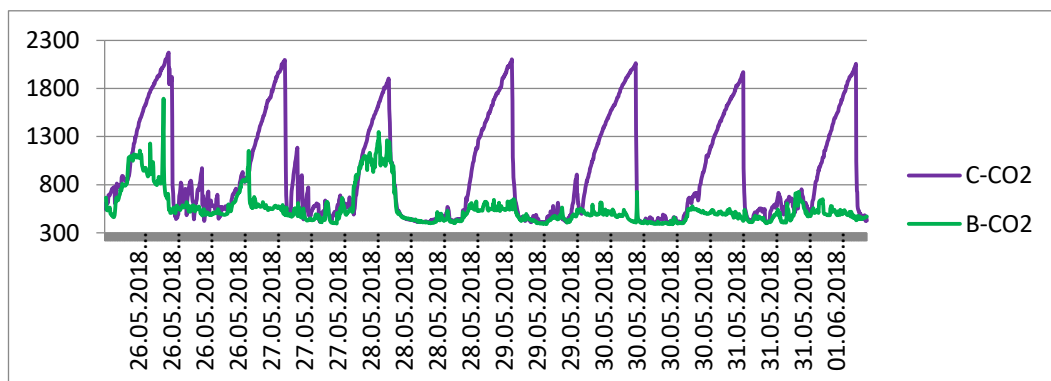
Graf 60 vyobrazuje křivku pro pokoj C, kde je vidět v první části grafu, že v místnosti pobývají lidé, což je typické pro víkend. Naproti tomu v ložnici B, je z grafu znát, že v místnosti kromě spánku nikdo žádný čas navíc netráví. Křivka pro ložnici B v týdnu nedosahuje vysokých hodnot, což je typické pro otevřené okno. Naproti tomu, křivka pro pokoj C, dosahuje pravidelných maximálních hodnot koncentrací CO₂, které značí zavřené okno. Vysoké koncentrace CO₂ poté rychle klesají a to je způsobeno intenzivním větráním, které je společným znakem pro celou domácnost.

| Koncentrace CO ₂ v ložnicích | | | | | |
|---|---------|-------|--------|-------|----------|
| hodnota | ložnice | duben | květen | říjen | prosinec |
| medián | B | 803 | 501 | 837 | 916 |
| | C | 937 | 691 | 931 | 1114 |
| modus | B | 412 | 485 | 457 | 1152 |
| | C | 415 | 407 | 429 | 437 |
| minimum | B | 378 | 389 | 394 | 354 |
| | C | 390 | 400 | 410 | 348 |
| maximum | B | 1726 | 1692 | 1638 | 1681 |
| | C | 2488 | 2173 | 2482 | 2839 |

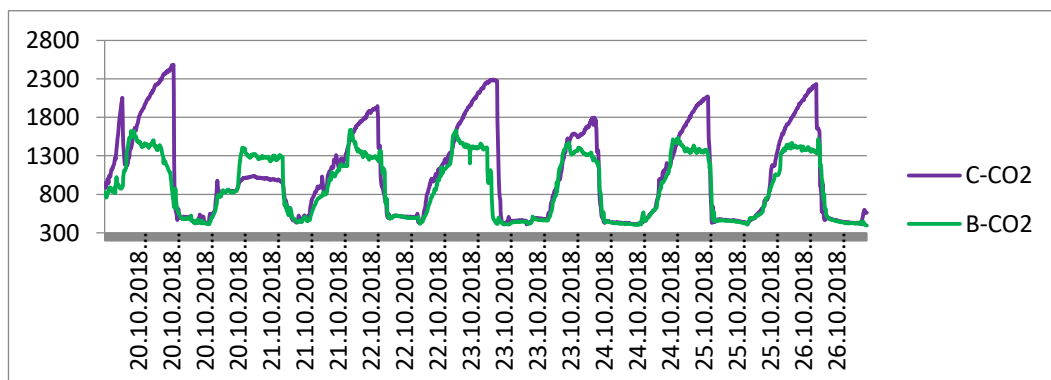
Tabulka 27: Koncentrace CO₂ v ložnicích – domácnost 8



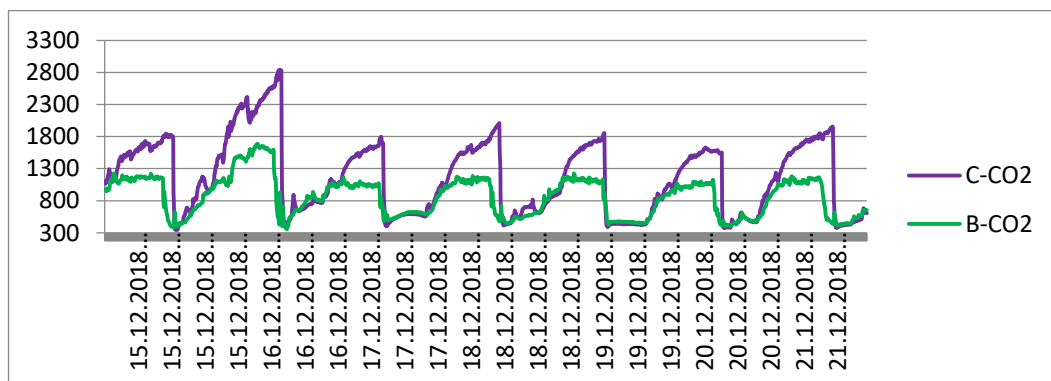
Graf 59: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 8, duben 2018



Graf 60: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 8, květen 2018



Graf 61: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 8, říjen 2018



Graf 62: Koncentrace CO₂ v ložnicích domácnosti 8, prosinec 2018

6 DISKUZE

Kvalita vnitřního ovzduší je zkoumána hlavně v základních školách, nově i v mateřských školách v rámci projektů SZÚ (szu.cz). Z legislativního hlediska pro obytné prostory je dána hygienická hranice pro koncentraci CO₂, která by neměla přesáhnout 1 500 ppm (268/2009 Sb., 2009). Výsledky z měření ukazují, že se maximální přípustné hodnoty koncentrace CO₂ přesahují téměř ve všech sledovaných domácnostech.

Z dotazování vyplynulo, že si všichni respondenti důležitost větrání uvědomují. Ve dvou případech se zjistilo, jak pravidelné měření ovlivnilo chování účastníků výzkumu. Jelikož měli obavy z výsledků měření, své větrací návyky upravili, ale po ukončení výzkumu se vrátili ke starým zvyklostem.

V topných sezónách se hodnoty mediánu koncentrací CO₂ pohybují kolem 1 200 ppm a v netopných sezónách kolem 600 ppm. Z výsledků lze usoudit, že větrání má na koncentraci CO₂ jednoznačný vliv.

Potvrdilo se, že ložnice, které neslouží jako víceúčelový pokoj, mají koncentrace CO₂ přes den nízké a v noci postupně vzrůstají. Ve víceúčelových pokojích během noci koncentrace CO₂ také vzrostou, ale vyšší jsou i během dne, zejména o víkendu.

Ve dvou případech byly do jedné ložnice umístěny přístroje dva. Jeden vždy na vhodné místo a druhý pro porovnání na místo většího průvanu (kapitola 5.4.2.2) a v druhé ložnici blízko dýchací zóny (kapitola 5.4.2.4). Následným porovnáním dvou výsledků z jednoho měření, se zjistilo, že umístění má vliv na výsledné hodnoty teplot a vlhkosti, ale na koncentraci CO₂ téměř ne. Toto zjištění nepotvrzuje důležitost vzorkování. (Kotlík, et al., 2016) uvádí jak správně umístit měřicí přístroje, aby nedošlo ke zkreslení výsledků.

V Polsku proběhl výzkum, ve kterém se zjistilo, v jakých koncentracích se pohybuje CO₂ v malých ložnicích (okolo 25 m³) během spánku lidí.

Výsledky průzkumu ukázaly překračování hygienických limitů na hodnoty 3 800 ppm (Batog, Badura, 2013). Ve Švédsku bylo prokázáno nesplňování minimálních požadavků na větrání u 60 % domů s více bytovými jednotkami a u 80 % rodinných domů (Bornehag, et al., 2005). Výsledky této práce též svědčí o překračování hygienických limitů stanovených pro koncentraci CO₂. Hodnota 1 500 ppm byla překročena ve všech sledovaných ložnicích. Naměřená maxima byla dokonce vyšší, než která zjistili polští autoři. V ložnici (31 m³) bylo maximum 4 202 ppm, v ložnici (25 m³) maximální hodnota činila 4 836 ppm a ve třetí (25 m³) dokonce 5 846 ppm. Naměřené hodnoty potvrzují hypotézu, že v malých nevyvětraných a uzavřených místnostech budou vysoké koncentrace CO₂. K extrémním hodnotám docházelo v topném období – od září do března a častějším větráním by se jim dalo předejít. (Størm-Tejsen, P., et al., 2015) zjistili, jak se snížením koncentrace CO₂ zlepší kvalita spánku a ovlivní se tím i pocity lidí druhý den, kdy jsou méně ospalí a více se dokážou soustředit. Autorka bakalářské práce se tímto tématem chtěla také zabývat, ale z časových důvodů a kapacitních možností, které bakalářská práce nabízí, se data týkající kvality spánku respondentů měřených ložnic, nezpracovávala.

Během vypracovávání této práce, kromě měření koncentrace CO₂ v ložnicích, proběhlo i měření ve společných prostorech. Účastníci průzkumu vyplňovali během každého měřeného týdne dotazník, týkající se jejich zvyklostí, s přihlédnutím na výměnu vzduchu v ložnici, před spánkem, během něj a po probuzení. Ani tyto informace nebyly vzhledem k časové náročnosti průzkumu a kvantitě získaných dat zatím zpracovány. Autorka by ráda využila všechny získané informace a tematice se věnovala dál v navazujícím studiu

7 ZÁVĚR

Cílem práce bylo zjistit, jak se mění koncentrace CO_2 a mikroklimatické podmínky v topných a netopných sezónách v ložnicích a víceúčelových pokojích jedné domácnosti. Obecně lze říct, že v netopných sezónách, vlivem častějšího větrání, koncentrace CO_2 klesala, naproti sezónám topným.

V topném období koncentrace CO_2 v ložnicích vzrostla na různě vysoké hodnoty. Na vysoké koncentrace CO_2 měla vliv velikost místností, počet osob, nevětrání a zavřené dveře. Dále byla koncentrace ovlivněna využíváním místnosti. Pokud byl pokoj využíván pouze jako ložnice, koncentrace CO_2 vzrostla během spánku a po probuzení a odchodu z místnosti klesala. Když se jednalo o víceúčelový pokoj, koncentrace CO_2 začala růst již dříve, při příchodu do místnosti, pobytu a během spánku stále rostla. Dále se koncentrace CO_2 v obou typech místností lišila během víkendu, kdy vlivem delšího pobytu ve víceúčelovém pokoji byla koncentrace CO_2 vysoká po celou dobu pobytu.

Výsledné koncentrace CO_2 se mezi domácnostmi liší. V některých případech byly mezi dvěma ložnicemi jedné domácnosti podobné návyky, v jiných naopak.

Při porovnání naměřených výsledků koncentrace CO_2 k platným předpisům České republiky se prokázalo, že se hygienické limity překročily v každé měřené ložnici.

Dalšími sledovanými faktory byla vlhkost a teplota. Zjistilo se, že během topného období v jedné ložnici dochází k přetopování a v jednom víceúčelovém pokoji jsou naopak teploty příliš nízké.

Z výsledků dvou měření v jedné místnosti vyšlo najevo, že umístění měřicího přístroje na průvan nebo do blízkosti dýhací zóny znatelně neovlivňuje výsledky koncentrace CO_2 . Zjistilo se, že umístění přístroje na místo v průvanu má vliv pouze na výsledky hodnot vlhkosti a teploty.

8 SOUHRN

Tato bakalářská práce, jejíž název zní Koncentrace CO₂ a mikroklima v domácnostech, se zabývá kvalitou vnitřního prostředí domácností.

Bakalářská práce se dělí na dvě části. Teoretická část se zabývá koncentrací oxidu uhličitého, který slouží jako spolehlivý indikátor pro hodnocení kvality vnitřního ovzduší. Kapitola o oxidu uhličitém se zaměřuje na jeho vznik, výskyt, vlastnosti, využití a účinky na zdraví. Dále jsou zpracovány poznatky o možnostech řešení vysoké koncentrace CO₂, o větrání, způsobu větrání a požadavcích na něj. Následně se pojednává o vnitřním prostředí a faktorech, které jej ovlivňují

Praktická část popisuje jednotlivé domácnosti. Zabývá se větracími zvyklostmi obyvatel a dalšími faktory, které mohou ovlivňovat vnitřní prostředí domácností. Velká část je věnována zkoumání koncentrací oxidu uhličitého v ložnicích a víceúčelových pokojích během topné a netopné sezóny. Zjišťuje se, jakým reálným koncentracím CO₂, jsou lidé ve svých domácnostech běžně vystaveni.

9 SUMMARY

This bachelor thesis deals with CO₂ concentration and microclimate in households.

The thesis consists of two parts. The theoretical part concerns a concentration of carbon dioxide, which serves as a reliable indicator for indoor air quality assessment. The chapter also focuses on the origin, occurrence, attributes, use and health effect of carbon dioxide. It further describes possibilities for solving high CO₂ concentration, means of ventilation and ventilation requirements. Then, this part deals with the indoor environment and its influencing factors.

The practical part describes individual households. It analyzes ventilation habits of inhabitants and other factors which may influence the indoor environment of households. The major part is dedicated to the research on carbon dioxide concentration in bedrooms and multi-purpose rooms during both heating and non-heating seasons. Eventually, it detects a real common carbon dioxide concentration in households.

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BALÍK, Michael. Odvlhčování staveb. Praha: Grada, 2005, 284 s. Stavitel. ISBN 80-247-0765-9.

BENCKO, Vladimír. Hygiena a epidemiologie: učební texty k seminářům a praktickým cvičením pro studijní obor Zubní lékařství. Praha: Karolinum, 2006, 178 s. ISBN 80-246-1129-5.

ČSN EN 15251. Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem a kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky. Praha. Úřad pro normalizaci, měření a státní zkušebnictví, 2011, 44 s. Třídící znak 12 7028.

ČSN EN 15665/Z1. Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov. Praha. Úřad pro normalizaci, měření a státní zkušebnictví, 2009, 32 s. Třídící znak 12 7021.

DUFKA, Jaroslav. Plynové spotřebiče v domácnosti. Praha: Grada, 1998, 112 s. Profi & hobby. ISBN 80-7169-149-6.

DUFKA, Jaroslav. Větrání a klimatizace domů a bytů. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2005, 128 s. Profi & hobby. ISBN 80-247-1144-3.

DRKAL, František a Vladimír ZMRHAL. Větrání. V Praze: České vysoké učení technické, 2013, 157 s. ISBN 978-80-01-05181-8.

DRKAL, František a Vladimír ZMRHAL. Vybrané statě z větrání a klimatizace. V Praze: České vysoké učení technické, 2018, 118 s. ISBN 978-80-01-06458-0.

DRKAL, František, Miloš LAIN a Vladimír ZMRHAL. Klimatizace. V Praze: České vysoké učení technické, 2015, 134 s. ISBN 978-80-01-05652-3.

FLEMR, Vratislav a Bohuslav DUŠEK. Chemie pro gymnázia. 2. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2007, 120 s. ISBN 978-80-7235-369-9.

FROUZ, Jan a Bedřich MOLDAN, ed. Příležitosti a výzvy environmentálního výzkumu. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015, 310 s. ISBN 978-80-246-2667-3.

HŮNOVÁ, Iva a Svatava JANOUŠKOVÁ. Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší. Praha: Karolinum, 2004, 144 s. ISBN 80-246-0796-4.

JOKL, Miloslav. Zdravé obytné a pracovní prostředí. Praha: Academia, 2002, 261 s. ISBN 80-200-0928-0.

KLÁNOVÁ, Kateřina. Plísně v domě a bytě: odstraňování a prevence. Praha: Grada, 2013, 104 s. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-4790-3.

KOTLÍK, Bohumil, et al. Český Těšín: 2 Theta, 2016, 397 s. ISBN 978-80-86380-81-0.

LOBOVSKÁ, Alena. Infekční nemoci. Praha: Karolinum, 2001, 263 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0116-8.

NÁTR, Lubomír. Koncentrace CO₂ a rostliny. Praha: ISV, 2000, 257 s. Přírodní vědy (ISV). ISBN 80-85866-62-5.

PAŘÍKOVÁ, Jelena. Jak likvidovat plísně. Praha: Grada, 2001, 92 s. Profi & hobby. ISBN 80-247-9029-7.

PODSTATOVÁ, Hana. Základy epidemiologie a hygieny. Praha: Galén, 2009, 158 s. ISBN 978-80-7262-597-0.

PROVAZNÍK, Kamil a Lumír KOMÁREK. Manuál prevence v lékařské praxi: souborné vydání. Praha: Fortuna, 2004, 736 s. ISBN 80-7168-942-4.

SRDEČNÝ, Karel a František MACHOLDA. Úspory energie v domě. Praha: Grada, 2004, 110 s. Profi & hobby. ISBN 80-247-0523-0.

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění pozdějších předpisů. (Vyhláška č. 20/2012 Sb.). ISSN 1211-1244

ZMRHAL, Vladimír. Větrání rodinných a bytových domů. Praha: Grada, 2014, 96 s. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-4573-2.

11 INTERNETOVÉ ZDROJE

BATOG, Piotr a Marek BADURA. Dynamic of Changes in Carbon Dioxide Concentration in Bedrooms. *Procedia Engineering* [online]. 2013, 57, 175-182 [cit. 2019-05-08]. DOI: 10.1016/j.proeng.2013.04.025. ISSN 18777058.

Dostupné z:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877705813007558>

BORNEHAG, C. G., et al. Association between ventilation rates in 390 Swedish homes and allergic symptoms in children. *Indoor Air* [online]. 2005, 15(4), 275-280 [cit. 2019-05-08]. DOI: 10.1111/j.1600-0668.2005.00372.x. ISSN

0905-6947. Dostupné z:

<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0668.2005.00372.x>

BUŠTA, Karel a Zdeněk WAGNER. Oxid uhličitý a možnosti jeho využití I: fyzikální a chemické vlastnosti a jejich využití v praxi. In: *Tzbinfo* [online]. 2012, [cit. 2019-04-06]. Dostupné z:

<https://oze.tzb-info.cz/teorie-obnovitelna-energie>

KUTĚJ, Petr a Jiří HANZAL. Publikace: Oxid uhličitý. ČATP. [online] 2002. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z:

http://www.catp.cz/publikace2.php?download=catp_01-02-cz.pdf

Mapy.cz [online]. [cit. 2019-04-18]. Dostupné z:

<https://mapy.cz/>

STRØM-TEJSEN, P., et al. The effects of bedroom air quality on sleep and next-day performance. *Indoor Air* [online]. 2016, 26(5), 679-686 [cit. 2019-05-08]. DOI: 10.1111/ina.12254. ISSN 0905-6947. Dostupné z:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ina.12254>

SZÚ. Téma zdraví a bezpečnost: Zdraví a životní prostředí: Vnitřní prostředí (Urbanismus a bydlení): Kvalita vnitřního prostředí. SZÚ. [online].

[cit. 2019-05-08]. Dostupné z:

<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/kvalita-vnitřniho-prostredi>

12 SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ, GRAFŮ, PŘÍLOH

12.1 Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Koncentrace CO ₂ a vliv na člověka | 11 |
| Tabulka 2: Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15251..... | 13 |
| Tabulka 3: Požadavky na větrání obytných budov v ČR dle ČSN EN 15665/Z1 | 13 |

12.2 Seznam tabulek - zpracovaná data

| | |
|---|----|
| Tabulka 5: Teplota v ložnicích – domácnost 1 | 49 |
| Tabulka 6: Vlhkost v ložnicích – domácnost 1 | 49 |
| Tabulka 4: Koncentrace CO ₂ v ložnicích – domácnost 1..... | 50 |
| Tabulka 8: Teplota v ložnicích – domácnost 2 | 52 |
| Tabulka 9: Vlhkost v ložnicích – domácnost 2 | 52 |
| Tabulka 7: Koncentrace CO ₂ v ložnicích – domácnost 2..... | 53 |
| Tabulka 11: Teplota v ložnicích – domácnost 3..... | 55 |
| Tabulka 12: Vlhkost v ložnicích – domácnost 3..... | 55 |
| Tabulka 10: Koncentrace CO ₂ v ložnicích – domácnost 3 | 56 |
| Tabulka 14: Teplota v ložnicích – domácnost 4..... | 58 |
| Tabulka 15: Vlhkost v ložnicích – domácnost 4..... | 58 |
| Tabulka 13: Koncentrace CO ₂ v ložnicích – domácnost 4 | 59 |
| Tabulka 17: Teplota v ložnicích – domácnost 5..... | 61 |
| Tabulka 18: Vlhkost v ložnicích – domácnost 5..... | 61 |
| Tabulka 16: Koncentrace CO ₂ v ložnicích – domácnost 5 | 62 |
| Tabulka 20: Teplota v ložnicích – domácnost 6..... | 64 |
| Tabulka 21: Vlhkost v ložnicích – domácnost 6..... | 64 |
| Tabulka 19: Koncentrace CO ₂ v ložnicích – domácnost 6 | 65 |
| Tabulka 23: Teplota v ložnicích – domácnost 7..... | 67 |
| Tabulka 24: Vlhkost v ložnicích – domácnost 7..... | 67 |
| Tabulka 22: Koncentrace CO ₂ v ložnicích – domácnost 7 | 68 |
| Tabulka 26: Teplota v ložnicích – domácnost 8..... | 70 |
| Tabulka 27: Vlhkost v ložnicích – domácnost 8..... | 70 |
| Tabulka 25: Koncentrace CO ₂ v ložnicích – domácnost 8 | 71 |

12.3 Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Geografické rozmístění vesnic s domácnostmi..... | 29 |
|---|----|

12.4 Seznam grafů – dotazníkové šetření

| | |
|---|----|
| Graf 1: Věkové zastoupení respondentů..... | 35 |
| Graf 2: Dosažené vzdělání respondentů | 35 |
| Graf 3: Konstrukce domu..... | 36 |
| Graf 4: Zateplení domu | 36 |
| Graf 5: Zvíře v domácnosti | 37 |
| Graf 6: Výskyt plísní..... | 37 |
| Graf 7: Rozloha společného prostoru (v m ³) | 38 |

| | |
|---|----|
| Graf 8: Čas strávený ve společném prostoru | 38 |
| Graf 9: Větrací návyky v zimním období ve společném prostoru | 39 |
| Graf 10: Větrací návyky v letním období ve společném prostoru | 39 |
| Graf 11: Důvody větrání ve společném prostoru | 40 |
| Graf 12: Důvod nevětrání ve společném prostoru | 40 |
| Graf 13: Pozice dveří ve společném prostoru | 41 |
| Graf 14: Květiny ve společném prostoru | 41 |
| Graf 15: Druh sporáku | 42 |
| Graf 16: Využívání digestoře | 42 |
| Graf 17: Čas strávený v ložnici mimo spánek | 43 |
| Graf 18: Směr oken ložnice | 43 |
| Graf 19: Rušení spánku hluky z venku | 44 |
| Graf 20: Zatahování závěsů na noc v ložnicích | 44 |
| Graf 21: Větrání v zimě v ložnicích | 45 |
| Graf 22: Větrání v létě v ložnicích | 46 |
| Graf 23: Důvody větrání v ložnicích | 46 |
| Graf 24: Důvody nevětrání v ložnicích | 47 |
| Graf 25: Pozice dveří ložnic | 47 |
| Graf 26: Počet květin v ložnici | 48 |

12.5 Seznam grafů – zpracovaná data

| | |
|--|----|
| Graf 27: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 1, duben 2018 | 51 |
| Graf 28: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 1, červen 2018 | 51 |
| Graf 29: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 1, říjen 2018 | 51 |
| Graf 30: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 1, prosinec 2018 | 51 |
| Graf 31: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 2, duben 2018 | 54 |
| Graf 32: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 2, červen 2018 | 54 |
| Graf 33: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 2, září 2018 | 54 |
| Graf 34: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 2, prosinec 2018 | 54 |
| Graf 35: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 3, květen 2018 | 57 |
| Graf 36: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 3, červen 2018 | 57 |
| Graf 37: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 3, září 2018 | 57 |
| Graf 38: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 3, listopad 2018 | 57 |
| Graf 39: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 3, prosinec 2018 | 57 |
| Graf 40: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 3, únor 2019 | 57 |
| Graf 41: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 4, duben 2018 | 60 |
| Graf 42: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 4, červenec 2018 | 60 |
| Graf 43: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 4, říjen 2018 | 60 |
| Graf 44: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 4, prosinec 2018 | 60 |
| Graf 45: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 5, březen 2018 | 63 |
| Graf 46: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 5, červen 2018 | 63 |
| Graf 47: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 5, září 2018 | 63 |
| Graf 48: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 5, listopad 2018 | 63 |
| Graf 49: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 5, leden 2019 | 63 |
| Graf 50: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 6, březen 2018 | 66 |
| Graf 51: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 6, květen 2018 | 66 |
| Graf 52: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 6, září 2018 | 66 |

| | |
|--|----|
| Graf 53: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 6, listopad 2018 | 66 |
| Graf 54: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 6, leden 2019 | 66 |
| Graf 55: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 7, květen 2018..... | 69 |
| Graf 56: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 7, říjen 2018..... | 69 |
| Graf 57: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 7, leden 2019 | 69 |
| Graf 58: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 7, únor 2019..... | 69 |
| Graf 59: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 8, duben 2018..... | 72 |
| Graf 60: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 8, květen 2018..... | 72 |
| Graf 61: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 8, říjen 2018..... | 72 |
| Graf 62: Koncentrace CO ₂ v ložnicích domácnosti 8, prosinec 2018..... | 72 |

12.6 Seznam příloh

| | |
|---|----|
| Příloha 1: Dotazník pro obyvatele domácnosti..... | 88 |
|---|----|

13 PŘÍLOHY

Domácnost: _____

DOTAZNÍK

Dům:

1. Počet osob v domácnosti

| | ♂ | ♀ | věk | vzdělání | ložnice |
|----|---|---|-----|----------|---------|
| 1. | | | | | |
| 2. | | | | | |
| 3. | | | | | |
| 4. | | | | | |
| 5. | | | | | |
| 6. | | | | | |

2. Jakou má váš dům konstrukci? Panelová, kamenná, cihlová, roubená

3. Je váš dům zateplený? ANO/NE

4. Jaká má váš dům okna? (dřevěná eurookna, dřevohliníková okna, hliníková okna, špaletová okna)

Kuchyň - _____, ložnice 1 - _____, ložnice 2 - _____

5. V jakém patře se nachází?

Kuchyň - _____, ložnice 1 - _____, ložnice 2 - _____

6. Zvíře v domácnosti (jaké, kg, kde všude se pohybuje – kuchyň, ložnice)

7. Tušíte, jestli máte doma plíseň? (kde)

Domácnost: _____

Kuchyň:

Rozměry:

1. Kolik asi hodin v kuchyni strávíte?

2. Používáte elektrické přístroje na čištění vzduchu? (digestoř, čistička vzduchu)

Jaké a jak často:

3. Jaký máte sporák? Elektrický, indukční, kombinovaný, plynový, sklokeramický.

4. Kolikrát za den v kuchyni větráte? (v zimním období)

Proč ano, proč ne. Důvody, zvyklosti.

5. V jaké pozici míváte dveře v kuchyni?

6. Květiny v kuchyni. Počet, velikost.

Domácnost: _____

Ložnice:

Rozměry:

| |
|--|
| |
| |

1. Kam směřují okna Vaší ložnice?

| Ložnice č. 1 | Ložnice č.2 |
|--------------|-------------|
| | |
| | |
| | |

2. Ruší Váš spánek zvuk z venku? Jaký?

| Ložnice č. 1 | Ložnice č.2 |
|--------------|-------------|
| | |
| | |
| | |

3. Máte na oknech závěsy, které na noc zatahujete?

| Ložnice č. 1 | Ložnice č.2 |
|--------------|-------------|
| | |
| | |
| | |

4. Kolik hodin v ložnici mimo spánek trávíte?

| Ložnice č. 1 | Ložnice č.2 |
|--------------|-------------|
| | |
| | |
| | |

5. Přes den míváte dveře ložnice spíše zavřené nebo otevřené. Proč?

| Ložnice č. 1 | Ložnice č.2 |
|--------------|-------------|
| | |
| | |
| | |

Domácnost: _____

6. Jaké jsou Vaše větrací zvyklosti? Kolikrát za den v zimním období větráte?

| <i>Ložnice č. 1</i> | <i>Ložnice č.2</i> |
|---------------------|--------------------|
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |

7. Jaké jsou důvody vašeho větrání/nevětrání?

| <i>Ložnice č. 1</i> | <i>Ložnice č.2</i> |
|---------------------|--------------------|
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |

8. Květiny - počet, velikost.

| <i>Ložnice č. 1</i> | <i>Ložnice č.2</i> |
|---------------------|--------------------|
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |

Příloha 1: Dotazník pro obyvatele domácnosti